



Syllabus 26 K 46

# ZIEKTEN, AANTASTINGEN EN GEBREKEN BIJ AARDAPPELEN

november 2008

Ing. P.S. Hak

2250939



# **ZIEKTEN, AANTASTINGEN EN GEBREKEN BIJ AARDAPPELEN**

(Ing. P.S. Hak, voormalig onderzoeker ATO)

<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>Pag.</b>
<b>I Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>II Oorzaken van plantenziekten en beschadigingen</b>	<b>5</b>
<b>III Enige plantenziektkundige begrippen</b>	<b>6</b>
<b>IV Virusziekten</b>	<b>11</b>
<b>V Mycoplasma's en viroïden</b>	<b>27</b>
<b>VI Schimmel- en bacterieziekten</b>	<b>29</b>
<b>VI a <i>Aardappelziekten veroorzaakt door schimmels</i></b>	<b>33</b>
<b>VI b <i>Aardappelziekten veroorzaakt door bacteriën</i></b>	<b>57</b>
<b>VII Aantastingen door aaltjes</b>	<b>69</b>
<b>VIII Aantastingen door insecten</b>	<b>82</b>
<b>IX Overige dierlijke plagen</b>	<b>89</b>
<b>X Enige gebreksziekten</b>	<b>91</b>
<b>XI Afwijkingen van anorganische aard</b>	<b>97</b>
 <b>Naschrift</b>	 <b>114</b>

**november 2008**

## ZIEKTEN, AANTASTINGEN EN GEBREKEN BIJ AARDAPPELEN

### 1. INLEIDING

Een plant wordt als 'ziek' beschouwd als deze afwijkt van de normale gedaante van de soort, waardoor de opbrengst of de kwaliteit van het gewas nadelig wordt beïnvloed.

Uit oude geschriften en afbeeldingen blijkt dat plantenziekten en plagen reeds sinds eeuwen werden waargenomen en bestreden. Ter illustratie enige jaartallen:

- 2000 voor Chr.: In India werden voorschriften opgesteld ter bestrijding van ziekten en onkruiden.
- 1200 voor Chr.: In de bijbel (deut. 28) is sprake van brandkoren, honingdauw en vreterij van sprinkhanen en wormen.
- 1200 voor Chr.: In China werd kalk en houtas gebruikt tegen insecten.
- 714 voor Chr. : Een Chinese minister spreekt over insectenbestrijding, 'de redding voor mensen'.
- begin jaartell. : In Peru worden bladeren van de muna en retama heester gebruikt tegen insectenvraat en om het spruiten bij aardappelen tegen te gaan.
- 70 na Chr. : Een Romeinse schrijver maakt melding van Arseentryoxide ter bestrijding van schadelijke dieren.
- 1100 na Chr. : In China wordt zeep gebruikt als bestrijdingsmiddel.
- in 14<sup>e</sup> eeuw : In Arabië worden de bollen van Scilla Maritima aangewend als bestrijdingsmiddel tegen ratten en muizen.
- 1571 na Chr. : In Peru wordt een ernstige bladziekte in aardappelen waargenomen (vermoedelijk de eerste melding van de 'aardappelziekte').

- 1660 na Chr. : In Frankrijk een decreet uitgevaardigd waarin de verdelging van Berberisstruiken wordt voorgeschreven wegens de relatie met graanroest.
- in 17<sup>e</sup> eeuw : Een aftreksel van tabak en Pyrethrum stuifpoeder wordt aanbevolen tegen insecten.
- in 18<sup>e</sup> eeuw : De mening heerst dat schimmels door het plantenweefsel zelf worden gevormd (spontane generatie)
- in 19<sup>e</sup> eeuw : Ontdekt wordt dat schimmels zelfstandige organismen zijn; in 1860 wordt dit door Pasteur proefondervindelijk vastgesteld.
- in 1861 : De Bary beschrijft *Phytophthora infestans* als veroorzaker van de aardappelziekte.
- in 20<sup>e</sup> eeuw : Grote vorderingen op het gebied van plantenziekten en de bestrijding ervan. De virusziekten komen binnen het gezichtsveld.
- in 1962 : Rachel Carson luidt de noodklok via het boek 'The silent spring'.
- recent : Biologische bestrijding van ziekten en plagen via inzet van natuurlijke vijanden.  
Veredeling op resistentie tegen ziekten en plagen via toepassing van genetic engineering.

## II. OORZAKEN VAN PLANTENZIEKTEN EN BESCHADIGINGEN

Afwijkende verschijnselen kunnen teweeg worden gebracht door:

### A. Infectueuze ziekten:

- a) virussen (viroiden)
- b) schimmels
- c) bacteriën
- d) aaltjes

### B. Dierlijke beschadigingen

### C. Niet infectueuze ziekten of zogenoemde fysiologische afwijkingen als gevolg van verkeerde bemesting, klimaatsinvloeden, bodemgesteldheid, luchtverontreiniging etc..

### III. ENIGE PLANTENZIEKTEKUNDIGE BEGRIPPEN

- *SYMPTOMEN / ZIEKTEVERSCHIJNSELEN*

Zichtbare of op andere wijze waarneembare afwijkingen ontstaan ten gevolge van aantastingen.

- *SYMPTOOMLOZE INFECTIE / LATENTE INFECTIE*

Infectie waarbij de waard niet met symptomen reageert.

- *WAARD / GASTHEER*

Organisme (individu of soort) waarin of waarop een ander organisme of virus de bestanddelen en voorwaarden vindt, die voor zijn groei (en vermeerdering) nodig zijn.

Wordt de term in algemene zin gebruikt voor een organisme-soort, dan is hij bedoeld om aan te duiden dat die soort onder natuurlijke omstandigheden kan worden aangetast. Bij planten wordt bij voorkeur van *waardplant* gesproken.

- *ORGANISME*

Eén of meercellige biologische eenheid van gedifferentieerde bouw met afzonderlijke organellen of organen die in onderlinge samenhang en afhankelijkheid functioneren, en met het vermogen om zichzelf te vermeerderen en zich erfelijk aan veranderende omstandigheden aan te passen.

Oorspronkelijk werden de organismen verdeeld in een tweetal regna (rijken), namelijk het regnum Plantae (planten) en het regnum Animalia (dieren).

Daarbij werden zowel bacteriën als schimmels tot de planten gerekend.

Tegenwoordig worden de organismen in de allereerste plaats ingedeeld in:

- . prokaryoten (o.a. bacteriën, mycoplasma's en blauwwieren)

- . eukaryoten

De eukaryoten worden in een aantal groepen onderverdeeld, namelijk Plantae (planten), Fungi (schimmels) en Animalia (dieren).

*Virussen worden meestal niet tot de organisme gerekend.*

- *INCUBATIE*

De ontwikkeling van een infectieziekte van het begin van de infectie, of het tijdstip van inoculatie, tot het zichtbaar worden van de eerste ziekteverschijnselen.

• *INCUBATIEPERIODE / INCUBATIETIJD*

Hieronder verstaat men de tijdsduur die verloopt tussen het begin van de infectie (of het tijdstip van inoculatie) en het optreden van de eerste zichtbare verschijnselen. Deze benaming wordt vrijwel alleen gebruikt bij ziekten die door bacteriën, schimmels of virussen worden veroorzaakt.

• *VATBAARHEID*

Onvermogen van een organisme om de groei/ontwikkeling van een parasiet (dus de infectie) te verhinderen. Vatbaarheid is de tegenhanger van resistentie.

• *RESISTENTIE*

Vermogen van de waard om groei en activiteit van parasiet of fytofaag (organisme dat zich voedt met levend plantaardig weefsel) en de vermeerdering van virus te bemoeilijken.

Resistentie richt zich altijd op de belagende factor zelf. Resistentie is een veranderlijke grootheid. De resistentie van een populatie (waard t.o.v. parasiet of fytofaag, organisme t.o.v. bestrijdingsmiddel) kan bijvoorbeeld toenemen door genetische verschuivingen als gevolg van selectiedruk.

Er kunnen meerdere typen resistentie worden onderscheiden, o.a.:

- |                        |   |
|------------------------|---|
| - actieve resistentie  | Resistentie van organismen die pas op gang komt, geïnduceerd wordt, door aantasting of infectie.                          |
| - passieve resistentie | Resistentie die reeds vóór de infectie aanwezig is en zich niet uit in een reactie van de waard op infectie.              |
| - brede resistentie    | Resistentie die effectief is t.a.v. een grote reeks parasieten en fytofagen.  |
| -fysiospecifieke res.  | Resistentie die werkzaam is t.a.v. bepaalde genotypen (fysio's) en onwerkzaam of duidelijk minder werkzaam t.a.v. andere. |

• *TOLERANTIE*

Vermogen van de waard om de nadelige gevolgen van een parasiet of fytofaag zo gering mogelijk te houden. Tolerantie reduceert niet de oorzaak van de schade, maar de schade zelf.

- *SMETSTOFDRAGER*

Organisme dat geen of nauwelijks ziekteverschijnselen vertoont maar wel als besmettingsbron kan fungeren.

- *ANTAGONISME*

Beïnvloeding van twee of meer factoren (bijv. micro-organismen of bestrijdingsmiddelen) waarbij de ene factor de werking of (bij organismen) de groei, ontwikkeling en reproductie van de andere geheel of gedeeltelijk kan verhinderen of de andere zelfs kan doden.

- *SYNERGISME*

Onderlinge beïnvloeding van twee of meer factoren (bijv. micro-organismen of bestrijdingsmiddelen) waarbij de ene factor de werking of (bij organismen) de groei, ontwikkeling en reproductie van de andere factor bevordert of zelfs mogelijk maakt; de gezamenlijke werking van de factoren is groter dan de som van de afzonderlijke factoren.

- *ANTIGEEN*

Lichaamsvreemde stof - meestal eiwit of polysacharide (vrij of aan het oppervlak van bijv. bacterie- of schimmelcellen en van virusdeeltjes) -- die, éénmaal terechtgekomen in de bloedbaan van een gewerveld dier, daarin eiwitten (antilichamen) doet ontstaan die met de betrokken lichaamsvreemde stof specifiek reageren.

- *ANTISERUM*

Bloedserum van een dier dat doelbewust met een antigeen is ingespoten en daardoor specifieke antilichamen bevat waarmee dat antigeen kan worden opgespoord (detectie) en herkend (diagnostiek)

- *COMPLEX ZIEKTE*

Ziekte veroorzaakt door twee of meer pathogenen, waarbij het ziektebeeld niet te herkennen is als behorend bij één ervan.

- *PATHOGEEN*

Ziekteverwekker; organisme of virus dat in staat is ziekte te verwekken.

- *NECROSE*

Het plaatselijk afsterven of afgestorven zijn van weefsels, gekenmerkt door bruin- of zwartkleuring.



- *PERSISTENTIE* (van een virus)

Het enige tijd aanhouden van het afgiftevermogen van een virus door een vector na opname uit een geïnfecteerde plant. Op grond van de lengte van bedoelde tijd kan de overdracht worden onderscheiden in:

- non persistente virusoverdracht;
- semi persistente virusoverdracht;
- persistente virusoverdracht.

In de eerste twee gevallen kan het virus onmiddellijk na opname worden afgegeven, in het laatste geval pas na een latentie periode in de vector.

- *VECTOR*

Organisme of agens, dat een parasiet kan overbrengen op zodanige wijze dat infectie volgt; overbrenger van een pathogeen.

- *VIRUS*

Infectueus agens met genetisch materiaal dat slechts uit DNA of RNA bestaat. Wegens het ontbreken van organellen kan het slechts in daarvoor vatbare organismen tot vermeerdering komen.

Daar virussen alleen DNA of RNA bevatten en geen eigen stofwisseling hebben, rekent men ze doorgaans **niet** tot de organismen.

- *VIROÏDE*

Infectueus agens dat slechts uit laagmoleculair, enkelstrengig RNA bestaat; de hoeveelheid genetische informatie is te gering om voor een eiwit te coderen. De molecuulmassa van viroïden (bijv. aardappelspindelknolziekte) is slechts ca. 10<sup>6</sup>, hetgeen een fractie van de omvang van de nucleïnezuur inhoud van virussen is.

- *FYTOPATHOLOOG*

Dit is een plantenziektekundige die zich in het bijzonder bezig houdt met:

- a. het onderkennen van plantenziekten;
- b. het opsporen van de oorzaken van deze ziekten;
- c. het voorkomen of bestrijden van ziekten.

Zo noemt men een:

Mycoloog	een kenner en onderzoeker van	schimmels
Entomoloog	een kenner en onderzoeker van	insecten
Viroloog	een kenner en onderzoeker van	virussen
Bacterioloog	een kenner en onderzoeker van	bacteriën
Nematoloog	een kenner en onderzoeker van	aaltjes

In het navolgende wordt inhoudelijk ingegaan op de meeste ziekten, plagen en gebreken die de aardappel bedreigen.

Voor de beeldvorming kan het door Aardappelwereld BV uitgegeven en geïllustreerde aardappelziektenboek worden geraadpleegd.

## IV. VIRUSZIEKTEN

### Algemeen

Virusziekten worden veroorzaakt door een smetstof die men virus (meervoud virussen) noemt. Virussen komt van het Latijn voor slijm of gif.

Virussen zijn eigenlijk reuzenmoleculen. Ze bestaan meestal uit een kern van nucleïne-zuur omgeven door een eiwitmantel (*capsis*).

Eiwitten zijn in de cellen onmisbaar als de enzymen of regelaars van scheikundige processen. De nucleïne-zuren vormen een belangrijk bestanddeel van de celkernen en daarin speciaal van de chromosomen of dragers van de erfelijke informatie.

Onderzoek heeft aangetoond dat het virusnucleïne-zuur verantwoordelijk is voor de infectie. Het eiwit heeft voornamelijk een beschermende functie.

De bouwstenen van het virus-eiwit en die van het virusnucleïne-zuur zijn dezelfde als die van de normale eiwitten en nucleïne-zuren. Het virusnucleïne-zuur bevat echter voor de plant (ook voor mens en dier) vreemde genetische informatie, waardoor de gastheer gedwongen wordt volgens het infecterende nucleïne-zuur te reageren.

Virussen kunnen zich alleen in het sap van levende planten (soms ook in het lichaam van de vector = virus-overbrengend insect) vermeerderen en niet, zoals de meeste schimmels en bacteriën, op een kunstmatige voedingsbodem worden gekweekt.

Of virussen als dood of levend moeten worden beschouwd hangt af van de gebruikte definitie voor leven. Het virus bevindt zich in het grensgebied tussen dode en levende materie. Daar ze alleen DNA of RNA bevatten en geen eigen stofwisseling hebben, rekent men ze doorgaans *niet* tot de organismen.

Virussen zijn erg klein en met het blote oog, of een gewone microscoop, niet te onderscheiden. Met een elektronen microscoop, met een 10.000 tot 100.000 malige vergroting kunnen ze wel worden waargenomen.

De afmetingen en vorm van virusdeeltjes zijn voor elk virus karakteristiek.

Van een groot aantal virussen zijn de vorm en afmetingen inmiddels bekend. Er zijn bolvormige, staafvormige, draadvormige en bacilvormige virussen. Men meet de lengte van virussen in nanometers (1 nanometer = 1 miljoenste mm).

Virussen variëren in grootte van 10 tot 300 nanometer.

Aardappelvirussen zijn of bolvormig, zoals bladrolvirus, of staaf- of draadvormig, zoals de virussen A, M, S, X, Y en het aucuba-mozaïkvirus.

Virusziekten veroorzaakt door de aardappelvirussen A, M, S, X, Y (vooral Yntn) en bladrol kunnen grote opbrengstderving veroorzaken. In de pootgoedteelt wordt streng gecontroleerd op virusbesmettingen.

Zoals reeds opgemerkt hebben virussen geen eigen stofwisseling. Hun ontwikkeling vertoont een heel nauwe samenhang met en afhankelijkheid van de stofwisseling van de gastheercel. Dit houdt in dat ze *niet* met chemische middelen zijn te bestrijden.

De belangrijkste, in Nederland voorkomende, virusziekten op aardappelen zijn het bladrol-, Y- (vooral Yntn en Yn-W(ilga)), X- en A-virus. Van minder belang is het S-virus.

De symptomen die deze virussen kunnen veroorzaken zijn zeer verschillend en afhankelijk van het soort virus, de virusstam, het aardappelras en de groeiomstandigheden.

Zo geeft het bladrolvirus de voor dat virus typische symptomen: een steile stand, 'rolling' van de onderste bladeren en een 'lichte kop'.

Vrijwel alle overige virussen veroorzaken zogenoemd mozaïk of bont. Met beide begrippen worden dezelfde verschijnselen bedoeld. Alleen met behulp van laboratoriumonderzoek (ELISA) kan met zekerheid worden vastgesteld om welk virus het gaat.

Als belangrijke feiten betreffende virusziekten kunnen worden genoemd:

- Virussen gaan met pootgoed over.
- Overbrenging vindt meestal plaats door *bladluizen*, maar ook wel door *contact* (X- en S-virus) en door *aaltjes* (tabaksratelvirus).
- Het duurt enige tijd voordat een infectie tot symptomen leidt en het virus de knollen bereikt.
- Aardappelrassen verschillen in vatbaarheid en gevoeligheid voor virussen. Een ouder gewas is *minder* vatbaar dan een jong gewas (ouderdomsresistentie).
- Van elk virus bestaan meerdere stammen.  
Door recombinatie van genetisch materiaal hebben virussen een groot aanpassingsvermogen en met name dit aspect maakt virussen tot zulke bijzondere ziekteverwekkers.

De strijd tegen virusziekten in aardappelen richt zich op:

- Vermijding van besmettingsbronnen (virusvrij uitgangsmateriaal, selectie, meristeemcultuur).
- Het tegengaan van virusverspreiding door het voorkomen van contactmogelijkheden (o.a. ontsmetten handen en gereedschap bij snijden van pootgoed, teelt in 'luisvrije' gebieden of seizoenen, insectenbestrijding en gewasbescherming door bespuiten loof met minerale olie en het toepassen van pyrethroiden en in beperkte mate van neo nicotinoiden).

De aanwezigheid van een virus in een aardappelplant verradt zich meestal door het optreden van ziekteverschijnselen in het *loof* (o.a. bij bladrol en A-, X-, Y- en S-virus).

Er zijn enkele virusziekten die zowel in het *loof* als in de *knol* afwijkingen veroorzaken (o.a. tabaksratelvirus, zwabbertop of mop-top virus, tabaksnecrosevirus en Yntn virus).

Plantenvirussen kunnen geen mensen of dieren infecteren, maar ook bij mens en dier spelen virusziekten een rol. Denk bijvoorbeeld aan *pokken*, *geelzucht*, *griep*, *kinderverlamming*, *hondsdolheid* en *mond- en klauwzeer*.

Mens en dier verweren zich bij besmetting met een virus door de vorming van afweerstoffen of anti-stoffen in het bloed. Het virus wordt hierdoor onschadelijk gemaakt, waarna in de regel herstel volgt. De herstelde is dan voor kortere of langere tijd immuun (= onvatbaar) voor de virusziekte die hij heeft gehad.

Hierop berust o.a. het inenten tegen bepaalde ziekten.

Planten zijn **niet** in staat anti-stoffen te vormen en kunnen derhalve niet van een virusziekte herstellen. Wel is het in enkele gevallen gelukt een virus door hoge temperaturen onschadelijk te maken.

Uit poters die van zieke planten afkomstig zijn ontstaan in het algemeen weer zieke planten. Meestal zijn de nakomelingen nog zieker dan de moederplanten (degeneratie). Een virus gaat **niet** met het zaad over.

### Vaststellen van een virusbesmetting

Bij het onderzoek naar virusziekten en de keuring van pootaardappelen wordt veel gebruik gemaakt van 'serologie' (= wetenschap van specifieke reacties in vitro tussen anti-genen en de erbij passende anti-lichamen).

Serologisch onderzoek maakt het mogelijk vast te stellen met welke virusziekte men te maken heeft. Hierbij wordt gebruik gemaakt van anti-serum.

Men perst daarvoor sap uit een bijv. X viruszieke plant. Na zuivering wordt dit in de bloedbaan van een konijn gespoten.

Gewervelde organismen kunnen zich tegen bepaalde stoffen te weer stellen door anti-stoffen te gaan vormen. Als er genoeg anti-stoffen zijn gevormd wordt het bloed afgetapt. Na uitzakken wordt middels centrifugeren het anti-serum, waarin de anti-stoffen zich bevinden, afgescheiden.

Serologische toetsmethoden zijn gebaseerd op een reactie tussen het betreffende virus en de anti-stof, aanwezig in het anti-serum.

Als nu moet worden nagegaan of een plant X-virus bevat moet een druppel sap van de te onderzoeken plant in contact worden gebracht met het anti-serum. Is de plant besmet met het virus dan treedt samenklontering (uitvloeking) op doordat het anti-serum het virus en de zich eraan gehechte bladgroenkorrels doet samenklonteren. Dit gebeurt *niet* wanneer de plant gezond is of het een andere virus betreft. Het samenklonteren van virus en anti-stof kan, via enkele tussenstappen, zichtbaar worden gemaakt met een kleurreactie.

Een betrouwbare methodiek die geschikt is voor routinematig onderzoek van grote aantallen monsters is de ELISA-methode (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay). Het principe van de ELISA-methode berust ook op een serologische werking.

Door de NAK wordt bij de keuring van pootaardappelen, zowel tijdens de veldkeuring als bij de nacontrole, veelvuldig gebruik gemaakt van de ELISA-test.

Het grote voordeel van ELISA is dat er vrijwel alle virusziekten (Y-, X-, S-, A- en bladrolvirus) en tevens de bacterieziekte 'zwartbenigheid' mee kunnen worden aangetoond.

De test is uitvoerbaar op blad en knollen. De knollen moeten dan echter wel uit de spruitrust zijn. Direct na de oogst is het virus namelijk vaak in nog zo'n geringe concentratie in de knol, nabij het navelend, aanwezig dat het niet of nauwelijks met de ELISA-toets kan worden aangetoond.

Om de spruitrust te breken worden uit de knollen bolvormige stukjes met daarop een krachtig oog gesneden en direct in een oplossing van gibberellinezuur gedompeld, waarna ze in een kas worden uitgeplant. Als de plantjes 10 à 15 cm hoog zijn worden ze gerooid en het loof eraf geplukt om er sap uit te halen voor de toets.

In sap van knollen die nog in spruitrust verkeren kunnen slechts twee soorten virussen (het X- en S-virus) worden aangetoond.

Voor het aantonen van de andere virussen is, zoals reeds aangegeven, toetsing van sap van blad de aangewezen weg.

### ***Aanvulling:***

Door de keuringsdienst van de NAK is enige jaren terug ook een test ontwikkeld die latente besmettingen van de bacterieziekten zwartbenigheid en stengelnatrot

kan aantonen. De vrijwillige NAK-toets bestaat eigenlijk uit de ELISA-test uitgebreid met een extra stap, waardoor deze toets gevoeliger en specifiek is en een lagere concentratie van genoemde bacterieziekten eerder kan aantonen. Deze nieuwe test kan mogelijk een hulpmiddel zijn om uiteindelijk in het veld minder problemen met bacterieziekten te laten ontstaan. Dit is van groot belang omdat vanaf ca. 1992 bacterieziekten de belangrijkste oorzaak voor afkeuringen en verlagingen vormen.

## Ontwikkelingen

Uiteraard is het belangrijk dat er onderzoek wordt verricht naar mogelijkheden voor snellere en nog betere detectiemethoden. Zo hebben onderzoekers van een DLO-instituut een methode ontwikkeld (PCR) waarmee binnen een dag kan worden aangetoond of knollen al of niet met bladrolvirus zijn besmet.

Met de PCR methodiek kunnen ook de verschillende Y-virusstammen worden onderscheiden. Zo bleek uit uitgebreid onderzoek dat de Yc virusstam niet of nauwelijks meer in Nederland voorkomt en ditzelfde bleek geldt ook voor de zo belangrijk geachte Yn virusstam. Ook de Yo stam is sterk afgenomen.

Genoemde Y stammen zijn grotendeels overgenomen/vervangen door de Yntn stam en in mindere mate door de YnW stam.

PCR staat voor *Polymerase Chain Reaction*, wat eigenlijk staat voor het kopiëren van een specifiek stukje DNA van een organisme en deze vervolgens zichtbaar maken via een gel waar door middel van stroom de verschillende gekopieerde DNA-stukjes van elkaar worden gescheiden.

Met deze techniek kunnen zeer lage concentraties van organismen worden aangetoond. Daarnaast kan ook tot op soortniveau onderscheid worden gemaakt tussen schimmels, bacteriën en nematoden.

Met behulp van de PCR-toets *Erwinia* kunnen telers thans vooraf laten bepalen of (poot)aardappelpartijen besmet zijn met latent bacterieziek, waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen zwartbenigheid, stengelnatrot en natrot.

Het HLB is in 2006 begonnen met de PCR-toets AM. Hiermee kan snel uitsluitsel worden gegeven over de vraag: is de besmetting 100 % *pallida* of 100 % *rostochiensis*. Of is er sprake van een mengbesmetting en zo ja in welke verhouding. Dit is van belang voor een effectieve bestrijding van aardappelmoeheid.

Verwacht wordt dat de PCR methodiek in de toekomst steeds belangrijker zal worden.

*Bij de ELISA-toets worden vier fasen onderscheiden:*

*De 1<sup>e</sup> fase*

In de 1<sup>e</sup> fase worden plastic platen met 96 putjes erin gevuld met anti-serum waarna de anti-stoffen (opgebouwd uit eiwitten) zich langs de wanden van de putjes rangschikken.

Daarna wordt de plaat gewassen om overtollige anti-stoffen te verwijderen.

*De 2<sup>e</sup> fase*

In de 2<sup>e</sup> fase worden de met anti-stoffen beklede putjes gevuld met sap van de te onderzoeken planten of knollen. Als de plaat nu bekleed is met anti-stoffen tegen bijv. X-virus en de te onderzoeken plant is met X-virus besmet dan gaan de virusdeeltjes uit het plantensap zich aan de anti-stofdeeltjes hechten.

Het virus wordt als het ware gevangen. Na weer wassen blijven de anti-stoffen langs de wanden van het putje achter, in dit geval bekleed met X-virus.

*De 3<sup>e</sup> fase*

In de 3<sup>e</sup> fase worden de putjes gevuld met zogenoemd conjugaat. Dit is anti-stof waaraan een enzym is gebonden. Dit enzym moet in de volgende fase een kleurverandering bewerkstelligen. Na het vullen van de putjes met conjugaat gaan de anti-stoffen met het enzym zich hechten aan de in de putjes aanwezige virusdeeltjes (in dit voorbeeld X-virusdeeltjes). Zijn er geen virusdeeltjes aanwezig (bij sap van gezonde planten) dan wordt het conjugaat tijdens het wassen weer uitgespoeld, omdat het zich niet kan hechten.

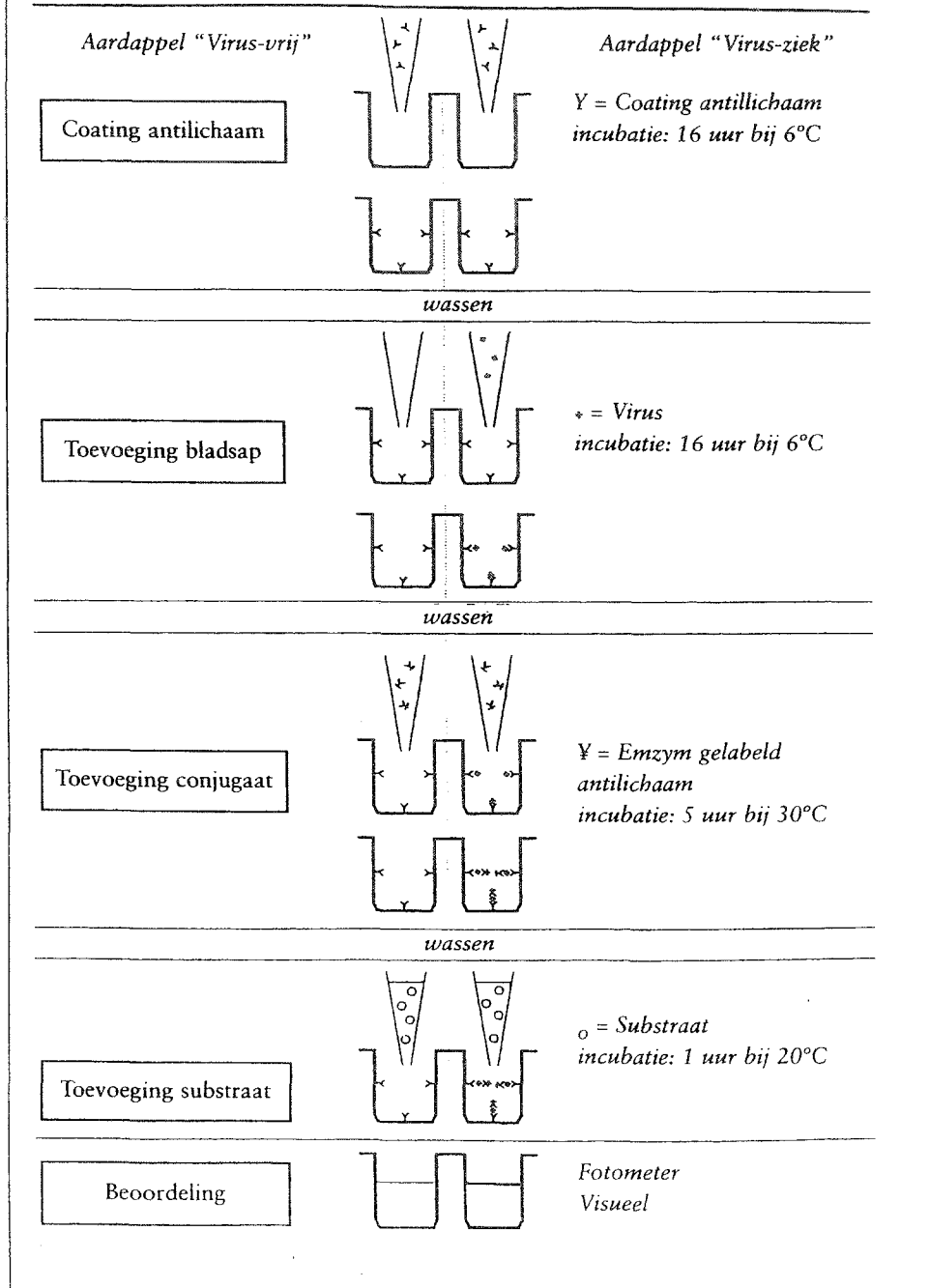
*De 4<sup>e</sup> fase*

In de 4<sup>e</sup> fase worden de putjes gevuld met het zogenoemde substraat. Het substraat wordt door het enzym omgezet van een kleurloze vloeistof in een gekleurde vloeistof (geel). De mate van kleuring wordt gemeten met een fotometer (objectief), wat dan een maat is voor de besmetting.

In putjes met sap van gezonde planten treedt geen kleuring op.



## ELISA-METHODE AARDAPPEL VIRUS TEST



### Overdracht van virusziekten

Uit een viruszieke knol groeit een zieke plant waarvan de nieuwe knollen eveneens ziek zijn. *Virusziekten gaan dus met de knollen over.* Virusziekten kunnen op het veld ook van *plant op plant overgaan*. Overbrenging is mogelijk door:

- bladluizen;
- aanraking/schuren/sapovergang;
- de grond.

Bij overbrenging vanuit of via de grond spelen enkele vrijlevende aaltjes-soorten een rol. Naar de wijze van overbrenging van de verschillende aardappelvirussen kan de volgende indeling worden gemaakt:

- Alleen door bladluizen - bladrolvirus;
- Alleen door contact - X- en S-virus;
- Door bladluizen en contact - A- en Y-virus (deze laatste in de 0, N-, C- en de NTN-varianten;
- Via de grond - stengelbont, kringerigheid (tabaksratelvirus via aaltjes van de soorten *Paratrichodorus* en *Trichodorus*)

Van een virus kunnen verschillende stammen voorkomen die in sterkte kunnen verschillen. Merkwaardig is daarbij dat een zwakke stam vaak bescherming geeft tegen een sterke, d.w.z. een met een zwakke stam besmette plant ondervindt geen hinder van een sterke stam. Dit geldt alleen voor zover de stammen tot hetzelfde virus behoren.

Vaak infecteert een aantal virussen gelijktijdig eenzelfde plant. De ziekteverschijnselen zijn dan vaak veel sterker dan van elk afzonderlijk (**complex-ziekte**).

Complex-ziekten treden alleen op wanneer de virussen bij elkaar passen en de rassen zich ervoor lenen. In sommige rassen kunnen X- en A-virus en X- en Y-virus tot complex-ziekten leiden. Het is mede daarom dat aan virussen die alleen niet zoveel schade aanrichten, bijv. X-virus, toch grote aandacht wordt besteed.

Smetstofdragers zijn rassen die voor 100 % besmet kunnen zijn met een bepaald virus zonder duidelijke symptomen te vertonen. Deze rassen komen in Nederland niet veel voor, o.a. de rassen Berber, Seresta, Van Gogh en Estima zijn symptoomloze rassen die het virus slecht laten zien.

Aardappelrassen verschillen in vatbaarheid en gevoeligheid voor virussen. Ook worden planten bij het ouder worden minder vatbaar, men noemt dit **ouderdomsresistentie**.

## De betekenis van bladluizen voor het overbrengen van virusziekten

Van veel bladluissoorten is bekend dat ze aardappelvirussen kunnen overbrengen. De meest voorkomende luizen in aardappelen zijn de *Myzus persicae* (groene perzikbladluis), *Macrosiphum euphorbiae* (aardappeltopluis), *Aphis nasturtii* (wegedoornluis) en *Aphis frangula* (vuilboomluis).

De eerste twee genoemden zijn al jaren bekend. De wegedoornluis en 'zwarte' vuilboomluis zijn van wat recentere datum en waren in de praktijk moeilijk te bestrijden. Hierin is verandering gekomen via de inzet van natuurlijke vijanden (sluipwespen en galmuggen) en een chemisch middel met als werkzame stof pymetrozine.

De bladluis heeft een zuigsnuut die in het blad wordt gestoken waarna de luis het sap opneemt. In het sap van viruszieke planten komt ook virus voor. Dit kan de uitwendige delen van de zuigsnuut besmetten, maar ook worden opgezogen waardoor het dus in het lichaam van de luis terecht komt. Als de luis daarna haar zuigsnuut in een gezonde plant steekt kan ze daarmee het virus overbrengen.

Er zijn twee geheel verschillende wijzen van virusoverdracht via bladluizen te onderscheiden namelijk een **persistent** virus en een **niet persistent** virus. Een **persistent** virus (bijv. bladrolvirus) is een virus dat eerst ca. 24 uur in het lichaam van de luis moet doorbrengen voordat het infectueus is en een gezonde plant kan worden besmet. De luis blijft haar hele leven in staat om gezonde planten hiermee te besmetten. Persistente virussen kunnen worden bestreden door bijv. pirimor (een carbamaat) en karate of sumicidin (pyrethroïden) in te zetten. Maar er zijn ook andere middelen denkbaar.

Een **niet persistent** virus (bijv. de bont veroorzakende A-, Yn- en S-virussen) kunnen door bladluizen direct worden overgebracht. Met iedere proefprik kan het virus aan de monddelen van de luis blijven kleven. Springt de luis over naar een andere plant, dan kan het virus direct worden overgebracht. Een dergelijk virus heeft echter heel spoedig zijn vermogen tot besmetting van planten verloren. Tegen deze manier van virusoverdracht kan preventief worden opgetreden door bespuitingen van het loof met minerale oliën en/of pyrethroïden.

Een pyrethroïde is een middel tegen luizen dat in hoofdzaak een werking heeft tegen de beruchte virusoverbrengende perzikbladluis. Sinds enige jaren heeft deze luizensoort gezelschap gekregen van twee andere, inmiddels ook, beruchte exemplaren nl. de wegedoorn- en de vuilboomluis. Deze laatstgenoemde luizensoorten laten zich niet klein krijgen door een pyrethroïde. Om deze soorten te bestrijden is een andere groep luizen middelen op de markt gekomen, de neo nicotinoïde. Middelen uit deze groep zijn onder verschillende merknamen op de markt. Gazelle van Certis is o.a. zo'n middel.

Aangezien een overmatig gebruik van neo nicotinoïden kan leiden tot resistentie, mag een aardappelteler het maximaal drie keer per seizoen inzetten. Het advies is om het middel alleen te gebruiken bij een hoge luizendruk in het gewas.

De mate van virusverspreiding door bladluizen hangt af van het aantal zieke planten, de afstand van de virusbronnen en het aantal luizen. Het totaal hiervan noemt men de *virusdruk*. Deze neemt toe als de luizen gaan vliegen.

Een door luizen of contact besmette plant noemt men **primair** ziek. Besmettingen tijdens het groeiseizoen (= primaire besmettingen) kunnen doorlopend plaatsvinden. Na besmetting van een plant met een virus vermeerderd het virus zich in de plant. De ziekteverschijnselen treden het eerst op in de *top van de plant*.

Planten gegroeid uit viruszieke knollen noemt men **secundair** ziek. In geval van secundair ziek treden de ziekteverschijnselen het eerst op aan *de onderste bladeren van de plant*. ***Secundair viruszieke planten vormen vaak minder loof en brengen daardoor minder op dan gezonde planten.***

Tussen loof- en knolinfectie verlopen een aantal dagen. Normaal gesproken heeft het virus 10 - 14 dagen nodig om van blad naar knol te gaan. Bij hergroei, na loofvernietiging, kan het slechts ca. *vijf* dagen duren.

Om te voorkomen dat het virus in de knollen terechtkomt moet het loof worden vernietigd vóórdat het virus de knol bereikt. Elk seizoen stelt de NAK hiervoor het tijdstip vast. Het tijdstip van loofvernietiging wordt bepaald door o.a.:

- de omvang van bladluisvluchten, deze worden geregistreerd met behulp van zuigvallen en vangbakken die dagelijks worden afgetapt;
- de vatbaarheid van de rassen voor het Yntn-virus (primaire virusziekte);
- de infectie in het veld;
- de rijpingstoestand van de gewassen.

Op basis van deze factoren stelt de NAK loofvernietigingsdata (eind- en adviesdata) vast. Verplichte einddata gelden alleen voor handelspootgoed van de twee hoogste klassen, S en SE.

Omdat hergroei zeer vatbaar is voor virusinfecties letten de telers en de NAK er altijd scherp op dat na de loofvernietiging geen hergroei optreedt.

Omdat virusbesmettingen niet altijd zichtbaar zijn in het veld, met name geldt dit voor late besmettingen, wordt in aanvulling op de veldkeuring ook nog een laboratoriumonderzoek op virussen uitgevoerd (zogenoemde 'nacontrole').

### Enige kenmerken van de verschillende virusziekten

#### *Aardappelbladrolvirus (PLVR), overbrenging op persistente wijze*

Bij secundair ziek (vanuit de knol) vertonen de planten een steile stand. Alle bladeren zijn binnenwaarts gerold, aan de basis van de plant duidelijker dan aan de top. Door ophoping van zetmeel worden de blaadjes hard (gaan rammelen) en de topblaadjes gaan metaalachtig verkleuren.

Bij primair ziek kan rolling van de blaadjes in de toppen (de nog groeiende delen) worden waargenomen, vooral aan de voet van deze blaadjes. Op die plaats treedt ook een verkleuring op van lichtgroen tot paars. Verwarring met *Rhizoctonia* is mogelijk, maar daarbij rollen de blaadjes over de gehele lengte en treedt geen verkleuring op.

In Nederlandse rassen worden meestal geen symptomen in de knol waargenomen, dit in tegenstelling tot sommige Amerikaanse rassen (netnecrose in Russet Burbank).

De symptomen van bladrolvirus kunnen worden verward met die van toprol (een afwijking/groeistoornis veroorzaakt door een bepaalde stam van de aardappel-topluis). Toprol komt echter meestal heel pleksgewijs in een gewas voor.

#### *A-virus (gewoon mozaïk), overbrenging op non-persistente wijze*

Mozaïkachtige verschijnselen in de blaadjes. Gele of lichtgroene onregelmatig gevormde plekken worden afgewisseld met donkergroene plekken. De bonte plekken liggen zowel op als tussen de nerven. Het blad is vaak iets diepnervig en heeft dikwijls een golvende bladrand. Het loof is glimmend. De afwijkingen kunnen het best worden waargenomen bij donker koud weer, anders paraplu gebruiken voor schaduwwerking. Ongeveer de helft van de Nederlandse rassen is resistent tegen het A-virus.

#### *Y-virus (bont, krinkel, stippelstreep en oogziekte), non persistent*

Bont, krinkel, stippelstreep en oogziekte worden veroorzaakt door één of meerdere stammen van de virusstamgroep Yn, Yo, of Yc.

Het Y-virus is één van de belangrijkste en meest voorkomende virusziekten in aardappelen omdat het gemakkelijk verspreid wordt en grote opbrengstderving kan veroorzaken. Welk symptoom optreedt/verschijnt en tot welke opbrengstderving dit leidt hangt af van de combinatie van aardappelras en virusstam. Ook combinaties van Y-virus met andere virussen, zoals A-, X- en S-virus, kunnen hevige ziekteverschijnselen en grote opbrengstderving veroorzaken. Ook dit is weer afhankelijk van de combinatie van virussen en aardappelras.

Zoals reeds opgemerkt zijn Yn, Yc en Yo inmiddels grotendeels uit Nederland verdwenen en hebben ze plaatsgemaakt voor nieuwe varianten van het Y-virus o.a. de YnW (Wilga) en met name de Yntn-stam. In een aantal rassen blijken weinig symptomen te worden waargenomen van deze nieuwe stammen van het Y-virus. Dit is gevaarlijk, want dan blijkt pas in de nacontrole dat het ras/partij is aangetast.

#### *Aantastingsbeeld Yn-virus*

Het Yn-virus (new) kwam eind jaren vijftig in Nederland en werd daarna snel de belangrijkste stam in het veld.

Vrijwel altijd bont of zwak bont. Primaire symptomen bestaan vaak uit een geringe bontheid van de bladeren, die meestal pas laat in het seizoen verschijnt. Secundaire symptomen van het Yn-virus kunnen al vroeg in het groeiseizoen verschijnen. Bij een secundaire infectie vertonen alle bladeren een onduidelijke tot duidelijke lichtgroene/gele gevlektheid tussen de nerven en kunnen de blaadjes kleiner en diepnerviger zijn. Ook wordt soms een oppervlakkige necrose op knollen waargenomen.

Uit recent onderzoek van de NAK blijkt de zo belangrijk geachte Yn-stam niet of nauwelijks meer te worden aangetroffen, terwijl die in 1994 nog goed was voor ca. 24 % van de aangetroffen stammen.

#### *Aantastingsbeeld Yo-virus*

Yo-virus is de oudst bekende stam van het aardappelvirus Y

Bij een primaire infectie kan het bovenste blad verdorren, aan de stengel blijven hangen of afvallen.

Secundaire aantasting, geïnduceerd door Yo-virus (krinkel, gekruld of gekroesd zijn van bladeren), gaat dikwijls gepaard met necrose. De planten zijn gedrongen en bros. Het kan ook leiden tot zogenoemde palmpjes (alleen aan de top nog wat blaadjes). De bladeren vallen af, eerst de ondersten, en alleen aan de top blijven nog enkele blaadjes over. Ook de Yo virusstam komt veel minder meer voor in Nederland

#### *Aantastingsbeeld Yc-virus (common)*

Bij een primaire infectie van Yc-virusstammen ontstaan necrotische kringen of vlekjes en streepjes langs de bladnerven, diepnervigheid op het blad en mozaïkachtige gevlektheid. Stippelstreep komt voor in bepaalde rassen die of met Yc- of met Yo-virus zijn geïnfecteerd.

De symptomen bij secundaire infectie bestaan uit necrotische vlekjes en stipjes op het blad, mozaïk-verschijnselen en necrose op bladsteel en stengel. Dikwijls leidt deze aantasting tot afsterven van de plant

Stippelstreep in het loof kan leiden tot necrose in de knol, vaak gelokaliseerd rond de ogen (*oogziekte*). De ogen sterven meestal af.

Uit recent NAK onderzoek is gebleken dat ook de Yc-stam grotendeels uit Nederland is verdwenen, terwijl die in 1994 nog goed was voor ca. 39 % van de aangetroffen stammen.

#### *Yntn-virus*

In Europa treedt in toenemende mate een stam van het Y-virus op die een typerend knolsymptoom kan veroorzaken, namelijk een soort oppervlakkige necrotische ringen en ook bruine verkleuring in de knollen. Op het eerste gezicht zijn ze te verwarren met die van kringrigheid of zwabbertop.

In bepaalde gevallen blijkt dit Yntn-virus in staat te zijn de resistentie tegen Y-virus te omzeilen. In Nederland wordt dit virus inmiddels meer en meer aangetroffen.

De eerste knolsymptomen (oppervlakkige boog- en ringvormige onregelmatigheden die enigszins boven de schil uitsteken) ontstaan vrij plotseling rond het oogsttijdstip. Vervolgens ontwikkelt de aantasting zich snel gedurende de eerste 3 tot 8 weken na de oogst. Enige weken na de oogst ontstaan de eerste duidelijk zichtbare necrotische ringen. In bepaalde gevallen kan wel 50 tot 80 % van de knollen geïnfecteerd zijn. Tijdens de bewaring zijn de gewichtsverliezen bij dergelijke knollen hoog. Na poten van dergelijke knollen is de opkomst slecht. De planten die opkomen kunnen een licht mozaïk laten zien, maar ook stengel necrose, bladval en krinkels zijn mogelijk. De ontwikkeling van de aantasting wordt sterk bevorderd door hoge temperaturen.

Dit virus werd voor het eerst in Hongarije ontdekt en is in ruim tien jaar tijd over met name verschillende Zuid Europese landen verspreid. Vooral in Slovenië hebben ze er grote problemen mee.

De NAK heeft aangetoond dat het Yntn-virus al vanaf 1999 in Nederland voorkomt. Inmiddels blijkt deze virus stam verantwoordelijk te zijn voor ca. 73 % van de aangetroffen aantastingen van Y-virus.

#### *YnW-virus*

Als dit virus in een plant zit is deze plant herkenbaar als een Y-viruszieke plant. Een dergelijke plant is namelijk meer gedrongen, heeft een typische glans over het blad, is geel verkleurd en heeft een beetje vlekjes op het blad. Ook de geknepen topblaadjes zijn duidelijk waarneembaar.

#### *X-virus (PVX) of complex van virussen, tussennervig mozaïk*

Geeft lichtgroene vlekjes tussen de nerven. De blaadjes hebben veelal een grijsachtige kleur. De symptomen van het X-virus zijn moeilijk te zien, vooral bij warm weer.

Van het aardappel X-virus worden tenminste vier stamgroepen onderscheiden (X1, X2, X3 en X4). In Nederland komt voornamelijk X3 voor.

Het X-virus wordt niet overgebracht door bladluizen maar door contact.

### *Tabaksratelvirus (TRV), stengelbont en kringrigheid*

Stengelbont (een symptoom in het loof) en kringrigheid (een symptoom in de knollen) worden veroorzaakt door stammen van het tabaksratelvirus. Dit is een bodemvirus dat door verschillende aaltjes van de soorten *Paratrichodorus* en *Trichodorus* wordt overgebracht.

In Nederland komen tien soorten *Trichodoriden* voor en daarvan zijn *Paratrichodorus teres*, *Paratrichodorus pachydermus* en *Trichodorus primitivus* het meest belangrijk. *P. teres* komt vooral voor op geestgronden en zeer lichte zand- en zavelgronden in Flevoland, de Wieringermeer, Texel en in het zuidwesten van Nederland. *P. pachydermus* komt voor op geestgronden en dekgronden in heel Nederland en *T. primitivus* wordt vooral aangetroffen op zavelgronden in het noorden en zuidwesten van Nederland. Deze drie aaltjes soorten kunnen allemaal tabaksratelvirus overbrengen, zo is uit PPO onderzoek gebleken. De vatbaarheid voor tabaksratelvirus en de gevoeligheid voor kringrigheid lijken afhankelijk te zijn van het aardappelras en het virustype. Uit onderzoek met een zestal rassen bleek Santana het meest vatbaar, gevolgd door Santé, en Roxy, Saturna en Bintje het minst vatbaar. Wat betreft het virustype lijken de rassen vaak het meest vatbaar voor het type dat door *Paratrichodorus pachydermus* wordt overgebracht en het minst vatbaar voor het type dat door *Trichodorus primitivus* wordt overgebracht. Uit het voorlopige onderzoek is verder naar voren gekomen dat alle onderzochte rassen, ook de meest gevoelige, tabaksratelvirus via pootgoed kunnen doorgeven naar de volgende generatie.

Aantastingshaarden worden voornamelijk pleksgewijs aangetroffen in aardappelpercelen op zand-, veen- en lichte zavelgronden.

Stengelbont wordt door bepaalde stammen van het ratelvirus veroorzaakt. Dikwijls vertonen maar één of enkele stengels van de plant symptomen. De aangetaste stengels zijn veelal gedrongen en het blad is bont, met afwisselend groene en lichtgroene/gele plekken. Soms zelfs fel gele vlekken. De bladeren zijn klein en vaak misvormd en soms necrotisch. De bladstelen en stengels kunnen necrose vertonen. Als de plant in zijn geheel is aangetast vertoont deze vaak dwerggroei. TRV kan opbrengstderving veroorzaken.

Afhankelijk van het ras vertonen de knollen van stengelbonte planten soms kleine necrotische vlekjes in het knolweefsel of soms duidelijk necrotische kringen. De knollen zijn vaak misvormd en bij doorsnijden zijn in het vlees roodbruine vlekjes en stippels waarneembaar. Soms vertonen ze zelfs op de schil necrotische kringen of strepen. Zware aantasting maakt aardappelen ongeschikt voor de versmarkt en de verwerkende industrie.

Dat percelen vele jaren besmet blijven met virusdragende aaltjes houdt verband met het feit dat de virusdeeltjes relatief lang, geabsorbeerd aan de stekelschede en de binnenwand van de slokdarm van de aaltjes, behouden blijven. Bij vervelling verdwijnen de virusdeeltjes uit het aaltje. De infectie van de knol vindt



gedurende een korte periode, in het ontwikkelingsstadium van de plant, plaats. Deze periode is althans bepalend voor de mate waarin kringerigheid optreedt.

### ***Zwabbertop/mop-top virus (PMTV)***

Dit is ook een in de grond voorkomend virus die in stand wordt gehouden, resp. wordt overgebracht door de schimmel *Spongospora subterranea* die ook poederschurft veroorzaakt.

Het is niet onwaarschijnlijk dat deze virus meer in ons land voorkomt dan we vermoeden. Dit hangt waarschijnlijk samen met het feit dat poederschurft nogal eens verward wordt met gewone schurft en mop-top/zwabbertop met kringerigheid. Dit virus geeft namelijk in de knol bruine stippen, vlekken en kringen en lijkt daarom erg op kringerigheid.

De door het zwabbertop/mop-topvirus geïnduceerde symptomen in loof en knol zijn op het oog moeilijk te onderscheiden van de symptomen veroorzaakt door het tabaksratelvirus.

Min of meer heldere gele vlekken op het blad (vaak in een V-vorm) worden als symptoom aangeduid.

In Denemarken komt nogal eens besmetting met het zwabbertop/mop-top virus voor bij het ras Saturna. Ook in Nederland wordt dit virus in Saturna aangetroffen. In Noordamerika is het mop top virus zomer 2002 voor het eerst aangetroffen in negen staten, waaronder Maine, Idaho en Washington. Om een representatief beeld te krijgen van de aanwezigheid van het mop-topvirus in gecertificeerd pootgoed in de VS werd besloten in 17 Staten gemiddeld per Staat 3000 pootaardappelen te testen. Dit was de grootste test die ooit in de Amerikaanse aardappelgeschiedenis werd uitgevoerd. Hoe dit is afgelopen is schrijver dezes niet bekend.

### ***M-virus (PVM), rolmozaïk***

Vrijwel alle Nederlandse rassen zijn vatbaar voor dit virus. Zwakke stammen veroorzaken zwak bont tussen de nerven en misvorming en rolling van de topblaadjes.

Infectie met virulente stammen leidt tot misvorming en dwerggroei. Alleen de infectie van jonge planten leidt tot symptomen.

Overbrenging kan door contact, maar wordt meestal door bladluizen op non-persistente wijze gedaan.

### ***S-virus (PVS), zwak mozaïk***

In 1951 langs serologische weg ontdekt. Moeilijk met het blote oog te zien. De stengels zijn wat slap, de blaadjes wat diepnervig en de tint iets lichter. Geïnfecteerde planten produceren vaak meer maar kleinere knollen dan gezonde planten. Het virus wordt door contact en/of door bladluizen overgebracht.

### *Tabaksnecrosevirus (TNV), ABC-ziekte*

De zogenaamde ABC-ziekte wordt veroorzaakt door het tabaksnecrosevirus, waarvan veel stammen voorkomen. Zoösporen van de schimmel *Olpidium brassicae*, die in de grond voorkomt, brengen het virus over. Infectie met dit virus leidt niet tot symptomen in het loof, wel in de knol. Met ABC worden drie typen van symptomen bedoeld die reeds bij de oogst aanwezig kunnen zijn, maar zich vooral tijdens de bewaring ontwikkelen.

Het A-symptoom betreft de eerst zichtbare ontwikkeling, bestaande uit schurftachtige lesies met een typisch en zeer oppervlakkig stervormig scheurpatroon van de schil. Dit symptoom kan zich verder ontwikkelen tot het B-symptoom, grote vrij vlakke puisten, die vervolgens over kunnen gaan in het C-symptoom, een inzinkende droogrotachtige necrose. Aangetaste knollen worden waardeloos en aangetaste poters zijn weinig kiemkrachtig. De ziekte gaat echter niet met pootgoed over. ABC-ziekte komt slechts in bepaalde jaren plaatselijk voor.

## V. MYCO PLASMA'S EN VIROÏDEN

### *Mycoplasma's*

Mycoplasma's zijn kleine deeltjes die in grootte tussen virusdeeltjes en bacteriën in liggen. De ziekteverwekkers worden overgebracht door cicaden.

Mycoplasma's verstoren de hormonen huishouding van de plant, met o.a. als gevolg dat in plaats van zijscheuten op uitgebreide schaal luchtknollen worden gevormd. In latere stadia van het ziekteproces gaat het vaatweefsel ten gronde en treedt verwelking op. De symptomen worden vaak gehouden voor die van primair bladrol en toprol, van *Rhizoctonia* (door de aanwezigheid van okselknollen) en van *Verticillium* door het optreden van verwelking en verdorring en verbruining van het vaatweefsel.

Door mycoplasma's geïnfecteerde knollen kiemen meestal niet of vormen enkele zeer zwakke haarspruiten, die in korte tijd ten gronde gaan. Als gevolg hiervan gaan de meeste mycoplasma's niet met het pootgoed over. Er zijn echter aangepaste typen die wel met de knol kunnen overgaan.

Voor zover bekend komt mycoplasma-aantasting van aardappelen in Nederland niet voor. Wel in Centraal- en Zuidoost-Europa en verder in alle semi-aride gebieden.

### *Viroïden (PSTV)*

Zoals de naam reeds aangeeft lijken viroïden op virussen, maar ze zijn nog kleiner. Voor de aardappel is het aardappel spoel knol viroïde (AKSV), beter bekend als potato spindle tuber viroïd (PSTV), van belang.

De ziekte heeft deze naam gekregen omdat één van de kenmerkende symptomen tot uiting komt in een opvallende weefspoelvormigheid van de knollen.

Voor zover bekend komt de ziekte in Nederland in het veld niet voor. Waarschijnlijk is het klimaat te koel voor de vermeerdering van het viroïde. Deze ziekte wordt o.a. wel aangetroffen in de USA, Canada, Zuid-Amerika (Argentinië en Peru) en in Europa (Bulgarije, Polen en de voormalige Sovjet-Unie). In de voormalige Sovjet-Unie wordt de ziekte "Gothic" genoemd. De ziekte is eveneens gerapporteerd in China, Australië en Zuid-Afrika.

Viroïden zijn lange tijd tot de groep van de virussen gerekend omdat ze een aantal eigenschappen met virussen gemeen hebben. Ze kunnen bijv. mechanisch, door contact en door enten van zieke op gezonde planten worden overgebracht. Ook bij de viroïden beschermt een zwakke stam tegen een sterke stam. De ziekteverschijnselen lijken ook veel op die van virussen.

Viroïden hebben *geen* eiwitmantel en kunnen daarom niet serologisch worden aangetoond. Om door viroïden veroorzaakte ziekten te kunnen aantonen is een methode ontwikkeld door IPO-DLO (bi-directionele elektroforese).

De ziekteverwekkende stof, die deze knolziekte bij aardappels veroorzaakt bestaat uit een klein ribonucleïnezuur (RNA) met een molecuulgewicht van 100.000 tot 125.000. Dat is veel minder dan dat van het RNA van virussen. Bij tabaksmozaïkvirus is dit bijv. 2.000.000.

Aardappelplanten, aangetast door dit viroïde, zijn meestal moeilijk van gezonde te onderscheiden. Bij virulente stammen zijn wel symptomen in het loof te zien; steilere bladstand en achterblijven in groei. De internodiën zijn vaak sterk verkort waardoor zieke planten een gedrongen groei vertonen. Zieke knollen zijn langwerpig, misvormd (weefspoelvormig) en veelal duidelijk kleiner met opvallend veel ogen die over het hele oppervlak van de knol zijn gelegen. De weefsels rond de ogen zijn iets tot opvallend sterk opgezwollen. Deze ziekte wordt in de EU, dus ook in ons land, als quarantaine-ziekte aangemerkt.

In 1997 is op een rassenproefveld van CPRO-DLO in Wageningen de aardappelspindelknolviroïde vastgesteld. De infectie werd geconstateerd bij een kloon die was aangemeld door een bedrijf uit een andere EU-lidstaat. Op het betreffende proefveld zijn zodanige maatregelen genomen dat verspreiding van de ziekteverwekker is voorkomen. Een uitbraak van deze ziekte in Nederland zou namelijk ernstige consequenties voor de export van Nederlands pootgoed hebben gehad.

## VI. SCHIMMEL- EN BACTERIEZIEKTEN

### Inleiding

Het plantenrijk is ingedeeld in twee hoofdafdelingen:

- a) Zaadplanten of hogere planten, waaronder bijv. de aardappel.
- b) Sporenplanten of lagere planten.

Schimmels en bacteriën behoren tot de sporenplanten. Zij planten zich voort door sporen, hebben geen wortels en bladeren en bezitten ook geen bladgroen. De sporen zijn uiterst klein en in tegenstelling met zaad zijn in sporen nog geen delen van de latere plant te ontdekken.

Doordat schimmels en bacteriën geen bladgroen bezitten zijn ze niet in staat om te assimileren (*suikers en zetmeel te vormen*). Ze onttrekken de benodigde koolhydraten en eiwitten aan ander planten.

Als ze dat doen aan dode plantendelen (*bijv. schimmel op oud brood, op hooi etc.*), dan worden ze **saprofyten** genoemd.

Onttrekken ze voedingsstoffen aan levende planten, dan worden ze **parasieten** genoemd. Parasieten veroorzaken plantenziekten. De plant die het voedsel levert aan de parasiet wordt de **waard-plant** genoemd.

### Voortplanting van schimmels en bacteriën

#### *Schimmels*

De ontwikkeling van een schimmel begint meestal met een **spore**. Deze sporen zijn stof fijne, zeer lichte organismen die gemakkelijk door luchtstromingen, wind en regen over soms zeer grote afstanden worden meegevoerd.

Evenals zaad heeft ook een spore vocht en warmte nodig om te kiemen. Een kiemende spore vormt een uiterst fijne kiemdraad, die zich meestal via een huidmondje of lenticellen tussen de cellen in het inwendige van de plant dringt of uitwendig op de plant leeft.

Voor haar groei onttrekt de schimmel de voedingsstoffen uit de cellen waarmee de schimmeldraden in aanraking komen of die ze binnendringen. Of ze lossen de onderlaag waarop ze zich bevinden op, door afscheiding van fermenten, en zuigen die op. De leeggezogen cellen sterven daardoor af en de schimmel groeit uit tot een weefsel van draden of **mycelium**.

Het mycelium bestaat uit afzonderlijke draden die **hyphen** worden genoemd.

Als een mycelium zich vanuit één punt gaat ontwikkelen gaat dit meestal

straalsgewijs, steeds een wijdere kring aantastend. Door deze eigenaardigheid zien we dan ook meestal ronde vlekken waar het schimmelweefsel de waardplant heeft gedood (*bijv. rotte plekken op aardappelen en vruchten*). Als de schimmel zich in een andere richting beter kan ontwikkelen ontstaan er meer ovale of streepvormige vlekken.

Enige schimmels hebben de gewoonte, tegen het aanbreken van het ongunstige jaargetijde, de myceliumdraden sterk in elkaar te vlechten en enigszins uit te drogen. Dan ontstaan harde, korrelachtige lichamen die ongunstige omstandigheden met succes kunnen weerstaan. Men noemt deze in elkaar gevlochten myceliumdraden een **sclerotium** (meervoud sclerotiën). Deze komen bijvoorbeeld voor bij *Rhizoctonia* op de knollen en bij *Sclerotinia* in de stengel.

Micro-sclerotiën vindt men bij *Collectotrichum cocodes* (zwarte spikkel).

Onder gunstige omstandigheden ontstaan aan de uiteinden van de schimmeldraden vertakkingen met kleine verdikkingen die zich afsnoeren. Deze draden met vertakkingen worden sporendragers of conidiëndragers genoemd. De afgesnoerde delen zijn sporen of *conidiën*. Bij sommige schimmels ontstaan de sporen echter inwendig in het aangetaste deel.

Sporen kunnen langs geslachtelijke en ongeslachtelijke weg worden gevormd. Ongeslachtelijk zijn:

*Clamydosporen* of *mantelsporen* (brandzwammen).

*Zwermsporen* of *zoösporen* (naakte protoplasten voorzien van een trilhaar, waarmee ze zich door het water kunnen voortbewegen; speelt o.a. bij *Phytophthora* en de reeds genoemde conidiën.

Geslachtelijk zijn:

Asco-sporen (o.a. bij meel- en roetdauwschimmels)

Basidi-sporen (o.a. de paddestoelen)

Oösporen (o.a. ook bij *Phytophthora*)

Zygosporen.

De vorm van de sporen en de sporendragers loopt bij de verschillende schimmels sterk uiteen. Deze vorm is een zeer voornaam kenmerk voor het **determineren** van de schimmels. Zonder sporenvorming zou determinatie van een schimmel meestal niet mogelijk zijn.

## Bacteriën

Ook bacteriën kunnen tot de schimmels worden gerekend; ze zijn echter in een afzonderlijke groep, namelijk de *splijtzwammen*, ondergebracht.

Bacteriën zijn uiterst kleine ééncellige organismen ter grootte van ca. 1 micron (1 micron = 0.001 mm). Bacteriën vermenigvuldigen zich bijna uitsluitend door deling of splitsing.

Iedere bacterie is namelijk in staat zich in tweeën te delen op ongeveer gelijke wijze als de celdeling bij hogere planten tot stand komt. De naam splijtzwam is dan ook zeer terecht voor deze groep gekozen.

Onder gunstige omstandigheden zijn bacteriën in staat om zich een half uur na het ontstaan weer te splitsen. In 24 uur kunnen uit één bacterie miljoenen nakomelingen ontstaan. *Vandaar dat bacteriën in zeer korte tijd geweldige verwoestingen kunnen aanrichten.*

Sommige bacteriën, de zogenoemde staafvormige bacillen, zijn in staat sporen te vormen. Deze sporen zijn veel beter bestand tegen lage en hoge temperaturen en andere ongunstige factoren dan de bacteriën zelf.

De in Nederland voorkomende bacteriën die ziekteverschijnselen in aardappelen kunnen veroorzaken behoren meestal tot het zogenoemde *Erwinia*-complex. Sinds 2006 is de naamgeving veranderd. Dit betekent dat ***Pectobacterium atrosepticum*** de nieuwe naam is voor *Erwinia carotovora subsp. atroseptica*. ***Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum*** is de nieuwe naam voor *Erwinia carotovora subsp. carotovora* en tenslotte wordt ***Dickeya dianthicola*** of ***Dickeya chrysanthemi*** als nieuwe naam gebezigd voor *Erwinia chrysanthemi*.

Op grond van de symptomen wordt dan gesproken van *Zwartbenigheid* of *Stengelnatrot*. De kwaliteit van pootgoed wordt sterk bepaald door het al dan niet aanwezig zijn van genoemde bacteriën in een partij. Voor de pootgoedteelt is beheersing van bacterieziekten dan ook van groot belang.

Helaas komen inmiddels in Nederland ook enige gevreesde quarantaine ziekten voor die worden veroorzaakt door bacteriën die *niet* tot het *Erwinia*-complex behoren, namelijk bruinrot en ringrot.

Over bacterieziekten kunnen nog de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- Er zijn (nog) geen of nauwelijks bestrijdingsmiddelen/methoden beschikbaar die bacterieziekten afdoende kunnen bestrijden;
- Besmette poters zijn de belangrijkste bron van verspreiding. Vooral bij bewerking van partijen met rotte knollen vindt een sterke versmering plaats;
- Snijden van pootgoed werkt versmering in de hand;

- Bacteriën kunnen in de grond overblijven in bijv. aardappelopslag. Ook kan sloot (= irrigatie-)water besmet zijn;
- Besmetting op of in de knol leidt lang niet altijd tot symptomen. Op het oog gezonde percelen geven soms in de nateelt teleurstellingen te zien.

De detectie van bacterien is een moeilijke aangelegenheid. Er zijn weliswaar meerdere technieken, maar slechts enkele zijn routinematig toepasbaar (o.a. ELISA). Voor de opsporing van ringrot en bruinrot zijn in de EU uniforme protocollen voorgeschreven (IF: Immuno-Fluorescentie, zonodig aangevuld met een eierplanttoets, isolatie en indentificatie).

Vanaf de volgende pagina van deze syllabus volgt een beknopt overzicht m.b.t. symptomen, verspreiding en bestrijding van de diverse schimmel- en bacterieziekten bij aardappelen. Waar van belang zijn nieuwe ontwikkelingen aangeven.



## Vla. Aardappelziekten veroorzaakt door schimmels

### • De aardappelziekte ((*Phytophthora infestans*))

#### Late blight; Bräunfäule; Mildiou

De naam *Phytophthora* is afkomstig van het Griekse *phytón* (= plant) en *phythorá* (=destructie). Vrij vertaald 'destructie van de plant' of 'de plantvernietiger'.

- a. Symptomen: *Loof*  
 Het begint met kleine vlekjes (lesies) van onregelmatige vorm, die licht tot donkergroen van kleur kunnen zijn. Onder gunstige omstandigheden groeien ze snel uit tot bruine vlekken die zich uitbreiden en het hele blaadje vernietigen, en vervolgens de stengel en tenslotte de hele plant. Bij kleine vlekjes zit er om het bruine deel een lichtgroene halo. Aan de onderkant van het blad is langs de randen van de aangetaste plekken schimmelpuis (mycelium) te zien.
- Knol*  
 Knolziek begint als blauwachtige vlekken die door de schil schijnen. Later wordt de schil bobbelig. Ziek weefsel verkleurt roestbruin. De hele knol kan verrotten.
- b. Verspreiding: Vanuit zieke aangetaste knollen van afvalhopen, uit zieke gepote knollen, uit haarden van zieke planten in het veld en uit de grond. Ook verspreiding via sporen die worden vervoerd via wind en neerslag.
- c. Bestrijding: Afdekken afvalhopen, vernietigen opslagplanten, poten van gezond pootgoed, matige N-gift en minder vatbare rassen kiezen. Omdat er bij het poten knollen met een latente besmetting tussen kunnen zitten, tijdens het poten en direct bij opkomst, inspecteren of er planten besmet zijn en die onmiddellijk elimineren. Tenslotte, afhankelijk van weersomstandigheden en gewasontwikkeling, regelmatig spuiten met chemische middelen. Om vorming van oösporen zoveel mogelijk te voorkomen is het belangrijk om tot aan het loofvernietigings-tijdstip door te gaan met bespuitingen met daarvoor geschikte en toegelaten middelen. De beschikbaarheid aan middelen wordt door de Overheid steeds meer beperkt. Thans kan in

grote lijnen nog een keuze worden gemaakt uit o.a. de volgende middelen:

- *Contact middelen:*

- . Fluazinam (Shirlan flow)
- . Cyazofamid (Ranman)
- . Maneb/mancozeb
- . Zoxamide en mancozeb (Unikat Pro)

Dit soort middelen heeft een vrij goede tot goede preventieve werking.

- *Contact/translaminare middelen:*

- . Cymoxanil + Famoxate (Tanos)
- . Cymoxanil + Metiram (Aviso DF)
- . Cymoxanil + Mancozeb (Curzate M WG)
- . Mancozeb + Dimetomorph (Acrobat DF)
- . Fenamidone en Mancozeb (Serenio)
- . Benthiavalicarb-isopropyl (Valbon)

Dit soort middelen hebben een contactwerking en een deels systemische werking. Ze remmen ook de groei van de schimmel in het blad en geven een sterke remming van de sporulatie.

- *Contact + systemisch werkende middelen:*

- . Chloorthalonil + propamocarp-hydrochloride (Tattoo C)
- . Fluopicolide + propamocarp-hydrochloride (InFinito)
- . Metalaxyl-m + mancozeb (Fubol Gold)

Dit soort middelen remmen de schimmelgroei en beperken de sporulatie.

- *Middelen voor doodspuiten loof en vernietiging haarden:*

- . Diquat dibromide (Reglone)
- . Carfentrazone-ethyl (Spotlight Plus)

***Aanvulling:***

Tot ca. 1982 werd in ons land slechts één type van de *Phytophthora* schimmel (A1 type) aangetroffen. Deze kwam in ca. acht verschillende besmettingstypen (fysio's) voor. Eén van de belangrijkste kenmerken van bedoelde oude populatie was de afwezigheid van het paringstype A2, wat betekent dat geen geslachtelijke vermeerdering van de schimmel kon plaatsvinden. De schimmel hield zich al-

leen ongeslachtelijk in stand via de aseksueel gevormde zoösporangïen en via overwinterend mycelium in geïnfecteerde knollen. De eerste infecties te velde werden veelal veroorzaakt door sporen afkomstig van zieke planten op afvalhoopen. Een ander kenmerk van de oude populatie is, in vergelijking met de nieuwe populatie uit Mexico, haar gematigd ziekteverwekkend vermogen.

Sinds ca. 1982 is bekend dat er een geheel nieuwe populatie van *Phytophthora infestans* in ons land aanwezig is. Waarschijnlijk zelfs reeds vanaf 1976 en afkomstig uit een scheepslading aardappelen uit Mexico.

Het meest opvallende verschil met de oude populatie is de aanwezigheid van paringstypen A1 én A2. Als gevolg hiervan komt seksuele reproductie voor, waardoor in het veld functionele duurzame oösporen worden gevormd.

Oösporen zijn genetisch uniek, daardoor kan de schimmel zich sneller aanpassen aan omstandigheden en middelen. Dit verklaart ook de opvallende toename in agressiviteit voor loof en knol in de laatste 15 à 20 jaar. Tegenwoordig is o.a.:

- de duur van de periode om tot infectie te komen korter;
- de duur van de latente periode korter;
- de mate van ziekte ontwikkeling bij lage en hoge temperatuur verruimd;
- de snelheid van het ontstaan van lesies in het blad vergroot;
- het aantal uren nodig om na infectie tot sporenvorming te komen afgenomen.

Daarnaast is de schimmel thans in staat om via oösporen twee tot vier jaar in de grond te overleven en nieuwe infecties in volgende aardappelgewassen en aardappelopslag te veroorzaken.

Uit een promotie onderzoek is ook naar voren gekomen dat de vatbaarheid voor de gevreesde aardappelziekte onafscheidelijk verbonden lijkt te zijn met de vroege afrijping van een aardappelras. Beide eigenschappen blijken waarschijnlijk door hetzelfde gen te worden aangestuurd. Dit verklaart waarom het zo moeilijk is vroege aardappelrassen resistent te maken. Een andere opmerkelijke bevinding uit dit promotie onderzoek is dat de positie van een blad aan de plant bepalend is voor het resistentieniveau van het blad. Elk nieuw gevormd blad is resistenter dan het voorgaande blad. De onderste bladeren van een plant zijn steeds vatbaarder dan bladeren aan de top. Dit is een merkwaardig fenomeen omdat de bladeren genetisch identiek zijn.

*Phytophthora infestans* is ook onderwerp van een wereldwijd onderzoekproject, GILB (Global Initiative on Late Blight), waaraan ook Wageningen UR meewerkt. Bij dit project gaan de onderzoekers na hoe groot de variatie is in *Phytophthora*-stammen en hoe de relatie is tussen plant en schimmel bij wilde varianten in Latijns Amerika.

GILB is een internationaal netwerk dat fundamenteel en toegepast onderzoek aan deze schimmel stimuleert.

Behalve genoemd nieuw onderzoekproject wil GILB ook een informatie systeem opzetten voor *Phytophthora*. Via internet moeten er databases komen van bijvoorbeeld resistentie-genen tegen de aardappelziekte, moleculaire merkers en contactpersonen voor *Phytophthora*-onderzoek.

Daarnaast is er in Nederland sinds 1999 een Masterplan *Phytophthora* in uitvoering. Een project waarin telers, organisaties en handel binnen de sector samenwerken, dus een collectieve aanpak. Het doel hiervan is *Phytophthora* bij de bron aan te pakken om zo verspreiding in een zo vroeg mogelijk stadium tegen te gaan en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te verminderen.

Aansluitend op dit project is medio 2003 het "Parapluplan *Phytophthora*" van start gegaan.

Waar het Masterplan *Phytophthora* meer is toegespitst op de beheersing van epidemieën van de schimmelziekte richt het parapluplan zich meer op het genetische vlak alsook op resistentie. Ook het ministerie van Landbouw onderschrijft het belang van een grondige aanpak van *Phytophthora* en ondersteunt dit project financieel

*Phytophthora is eigenlijk geen schimmel*

*Oorspronkelijk is Phytophthora ingedeeld bij de schimmels. Begrijpelijk, want op het eerste gezicht lijkt het ook op schimmelpuis.*

*De laatste jaren is er echter meer gedetailleerd onderzoek verricht naar de biologie van Phytophthora zelf. Daaruit bleek Phytophthora heel anders te zijn dan schimmels; het is een oömyceet of waterschimmel. Dit verklaart waarom*

*Phytophthora zich zo anders gedraagt dan 'echte schimmels'.*

*Oömyceten zijn onafhankelijk van schimmels ontstaan in de evolutie, ze zijn meer verwant aan planten en algen. Dit impliceert dat ze op hun eigen manier de interactie met de plant aangaan en dat ook de plant op een eigen manier kan reageren op Phytophthora. Zo kunnen planten bepaalde stoffen maken die een anti-schimmel werking hebben, maar deze stoffen werken niet tegen oömyceten.*

*De kennis die er dus is over schimmelresistenties kan dus niet zonder meer vertaald worden naar Phytophthora resistentie.*

#### • *Alternaria (Alternaria solani en Alternaria alternata)*

**Early blight; Alternaria-Trockenfäule; Alternariose.**

a. Symptomen: *Loof*

De meest specifieke symptomen zijn tamelijk grote, scherp begrensde/hoekige bruine tot bruinzwarte vlekken met daarin veelal concentrische ringen (schietschijf). De vorm van de

vlekken is anders dan die van *Phytophthora* en er is ook geen witte schimmelrand. De vlekken worden vaak begrensd door de nerven van het blad, waardoor een hoekig beeld ontstaat. De aantasting begint vaak later in het seizoen (juli/augustus) bij de onderste (oudste) bladeren. Bij ernstige aantasting kan het gewas snel afsterven.

#### *Knol*

In de knollen kunnen ondiepe ingezonken plekken ontstaan met een typerende rimpelige rand. Aangetast weefsel is donkerbruin gekleurd, scherp begrensd en hard. Op scheiding van gezond en ziek weefsel een donkere rand. Deze aantasting kan worden gevolgd door *Fusarium*.

Knolaantasting door *Alternaria* treedt vooral op bij knollen die tijdens de oogst huidbeschadiging hebben opgelopen.

Voorals Bintje, maar ook Ramos en Markies zijn *Alternaria* Gevoelige rassen.

- b. Verspreiding: Vooral in regenrijke perioden volgend op een droge, warme periode. *Alternaria* overwintert als mycelium, conidia of chlamydosporen op aangetaste gewasresten die in de grond achterblijven, maar kan ook op knollen overblijven. Planten uit dezelfde familie als de aardappel zoals tomaat, zwarte nachtschade, bitterzoet en raketblad kunnen ook worden aangetast en een besmettingsbron voor de aardappel vormen. Verspreiding via sporen. Verder is gebleken dat op percelen met een structureel zwaveltekort het gewas gevoeliger voor *Alternaria* lijkt te zijn. Dit lijkt ook op te gaan voor percelen met kali- en stikstoftekorten.
- c. Bestrijding: Door bespuitingen met contact fungiciden tegen *Phytophthora* werd ook *Alternaria* bestreden. Met name fungiciden die dithiocarbamaten, zoals maneb en mancozeb of chloorthalonil, bevatten hebben een goede preventieve werking tegen *Alternaria*. De meer specifieke middelen tegen *Phytophthora* van tegenwoordig lijken *Alternaria* minder goed aan te pakken. Onder andere de fungiciden 'Serenio, Unikat Pro, maar ook combinaties van Ranman en Shirlan samen met een Amistar of Signum' pakken echter zowel knolphytophthora als *Alternaria* aan

Om het gewas extra weerstand te geven is een minerale gift met o.a. zink, mangaan en koper van belang. Verder is het van belang bij rooien en inschuren knolbeschadigingen te voorkomen. Rooibeschatiging is de belangrijkste oorzaak van het optreden van *Alternaria* in de knol.

#### *Aanvulling:*

De schimmelziekte *Alternaria* vormt de laatste jaren een toenemend probleem in de Nederlandse aardappelteelt. Deze schimmel is niet nieuw en waart, voor zover bekend, al vele jaren in geheel Nederland rond. Dat we tot voor kort geen grote aantastingen van de schimmel zagen optreden heeft volgens deskundigen diverse oorzaken. Het nu massaler optreden van deze schimmelziekte, met schade tot gevolg, lijkt een optelsom van een aantal veranderende factoren in de aardappelteelt te zijn zoals o.a.:

- minder gebruik van dithiocarbamaten;
- meer gevoelige rassen;
- de sporen populatie is sterker in opbouw;
- ontoereikende bemesting;
- warmer en natter klimaat;
- te nauwe gewasrotaties;
- stress en windschade.

De *Alternaria* schimmels zijn minder agressieve pathogenen als *Phytophthora*. In Nederland komen twee soorten voor, de *Alternaria solani* en de *Alternaria alternata*. Gezien de waarnemingen van de laatste jaren is *Alternaria solani* de meest voorkomende en schadelijkste. Het is een echte pathogeen (belager) en kan naast verzwakte planten ook het loof van gezonde planten aantasten.

*Alternaria alternata* is een echte zwakte parasiet.

In het algemeen slaat *Alternaria* vooral toe als de plant niet meer in optimale conditie is. *Alternaria* tast met name verouderde bladeren aan. Ook planten die niet optimaal groeien door bijvoorbeeld tekort aan water, licht of voedingselementen als stikstof, magnesium, mangaan en zwavel zijn extra gevoelig. Maar ook stress door kou, hitte, wind of ozon maakt het blad gevoeliger voor een infectie met sporen.

## • Droogrot (*Fusarium*-soorten)

**Fusarium dry rot; Fusarium-Trockenfäule; Fusariose/Pourrriture sèche.**

- a. Symptomen *Alleen op de knollen*  
 Droogrot, veroorzaakt door de schimmels *Fusarium sulphureum* en *Fusarium solani*, is in de eerste plaats een bewaarziekte. Het is een zwakteparasiet of secundaire aantaster. Dit betekent dat er een invalspoort moet zijn, zoals verwondingen of een andere ziekte.  
 In geval van vroeg in het bewaar seizoen optredend rot betreft het vaak door *Fusarium sulphureum* veroorzaakt rot. Dit wordt gekenmerkt door donkerbruin tot bijna zwart rot met een grillig verlopende, scherp begrensde overgang naar niet aangetast weefsel. In een later stadium, als het rot door uitdroging begint in te zinken, gaat de dode schil boven het aangetaste weefsel rimpelen en concentrische ringen vertonen. In de holten die in aangetast weefsel ontstaan vormt zich een geelrood tot roodachtig schimmelpluis. Onder vochtige omstandigheden kunnen zich op de aangetaste schil opvallende schimmelkussentjes met een zwavelgele tot licht roze kleur vormen.  
 Er zijn ook vormen van droogrot die later in de bewaarperiode, bij het spruitlustig worden van de knollen, kunnen optreden. Deze vormen van droogrot worden veroorzaakt door *Fusarium solani* (*Fusarium coeruleum*) en *Fusarium oxysporum*. De aantasting door deze schimmels komt in de vorm van een lichtbruin gekleurd droogrot tot uiting. De overgang tussen ziek en gezond weefsel verloopt gelijkmatig en is niet duidelijk begrensd. Evenals bij vroeg optredend droogrot wordt de dode schil boven het aangetaste weefsel concentrisch gerimpeld. Bij *Fusarium solani* ontwikkelt zich in holten van de knol een vuilwit tot blauw schimmelpluis en onder vochtige omstandigheden kunnen zich op de aangetaste schil vuilwitte tot donkerblauwe sporenkussentjes vormen. Bij aantasting door *Fusarium oxysporum* zijn schimmelpluis en sporenkussentjes altijd wit.
- b. Verspreiding: Sporen blijven in de grond achter (saprofytisch). Wonden vormen invalspoorten. In droge jaren treedt meestal meer droogrot op.  
 Inoculum opbouw vindt plaats in het veld op afstervende ondergrondse plantendelen. Vooral tijdens de afsterving van al

dan niet geforceerd afrijpende gewassen. Het betreft organismen die alleen in staat zijn om via groeischeurtjes en minuscule wondjes ondergrondse plantendelen latent (zonder met het blote oog zichtbare symptomen) te infecteren. Als de weerstand van het gewas, als gevolg van veroudering of loofvernietiging terugloopt breiden deze organismen zich op de afstervende weefsels sterk uit. Hierbij wordt een enorm inoculum-potentiaal in de grond opgebouwd. Op het oogsttijdstip zijn daardoor grote hoeveelheden sporen aanwezig die, gebruikmakend van tijdens rooien en inschuren ontstane wondjes, de knollen kunnen infecteren. Bij een voldoende snelle wondheling wordt de binnendringende schimmel ingekapseld in het kurkweefsel en buiten spel gezet, maar niet uitgeschakeld. Als bij latere handling het kurkweefsel van dit kapsel wordt beschadigd of breekt krijgt de schimmel een nieuwe kans. Vooral bij temperaturen van 10°C en hoger neemt de activiteit toe.

- c. Bestrijding: Voorkom knolbeschadiging en pas een goede wondheling toe. Bij het inschuren van pootgoed kunnen o.a. de volgende middelen of combinaties worden toegepast:

- . thiabendazool met imazalil (Lirotect Super 375 SC)
- . imazalil (Diabolo)
- . karvon (Talent)
- carbendazim + imazalil (Winner en Fungazil extra 265SC)

#### **Ontwikkelingen:**

Onderzoekers van het Nationale Centrum voor Toegepast Landbouwonderzoek in Peoria, in de Amerikaanse staat Illinois, zetten bacteriën in bij het tegengaan van droogrot in aardappelen. De onderzoekers maken gebruik van de groeiremmende werking van de bacteriën op de schimmel. Het proces dat verantwoordelijk is voor de beheersing van de schimmelmicrobiële groei is het natuurlijke antagonisme van de bacteriën. Het betekent dat de bacteriën de beschadigingen die bij oogst en transport van aardappelen ontstaan afschermen, zodat de schimmel geen vat krijgt op de aardappelen. Volgens de onderzoekers beschermen de bacteriën de aardappelen enkele weken. In die tijd herstelt de aardappel van de beschadigingen. Het biologische schimmelmiddel schijnt te bestaan uit een mengsel van zes bacteriesoorten uit de geslachten *Pseudomonas* en *Enterobacter*. De universiteit van Idaho zet het onderzoek voort en richt zich daarbij op het samenstellen van de meest effectieve mengsels uit de bacteriesoorten.

In Nederland heeft TNO een zeer gevoelige test ontwikkeld, gebaseerd op DNA, waarmee kleine hoeveelheden sporen van de droogrotschimmels kunnen worden



opgespoord. Hierbij kan nog onderscheid worden gemaakt tussen de twee droogrotschimmels *Fusarium sulphureum* en *Fusarium coeruleum*, beter bekend als *Fusarium solani*.

*Fusarium solani* slaat vooral toe als het pootgoed fysiologisch ouder wordt.

Deze schimmel kan tijdens een uitstekende bewaring lang onzichtbaar blijven, maar toeslaan als het pootgoed de grond ingaat.

De toets van TNO geeft aan of er een kans is op een besmetting met *Fusarium* en geeft aan welke droogrotschimmel aanwezig is. Het is mogelijk gebleken om *Fusarium* in zeefgrond van een perceel, onder de stortbak vandaan, aan te tonen. Ook bleek het mogelijk om de besmetting later, namelijk in de aanhangende grond van een partij na wondhelen, aan te tonen.

Voor het uitvoeren van de toets door TNO zijn minimaal 5 dagen nodig voor de uitslag beschikbaar is. Om een advies over bewaarziekte bestrijding bij het inschuren van pootgoed te kunnen baseren op een besmetting van de grond moet de bemonstering dus een week voor het inschuren plaatsvinden. Voor een advies voor een bestrijding bij het sorteren is er meer tijd en zijn er meer mogelijkheden om de grond te bemonsteren om een eventuele besmetting vast te stellen.

De toets kost  $\geq$  € 115 per monster en afhankelijk van de secuurheid van monstername kan mogelijk met één monster per hectare worden volstaan.

#### • Gangreen (*Phoma exigua* var. *exigua* / *Phoma exigua* var. *foveata*)

#### Gangrene; Phoma-Knollenfäule; Gangrène.

##### a. Symptomen: *Loof*

Op afstervende stengels van afrijpende of doodgespoten aardappelgewassen kunnen *Phoma*-soorten tot 25 cm lange lesies vormen. Deze lesies zijn iets donkerder van kleur dan niet aangetaste, afgestorven delen en bezaaid met zwarte picniden (kleine zwarte puntjes).

##### *Knol*

De meest gevaarlijke vorm is *Phoma exigua* var. *foveata*.

Deze variëteit blijft in de grond achter, maar is voor zijn ontwikkeling afhankelijk van het aardappelgewas. Deze schimmel treedt niet alleen op na knolbeschadiging, ook ogenschijnlijk gezonde partijen kunnen plotseling worden aangetast. Het is een echte parasiet. *Phoma exigua* var. *foveata* kan ook al vrij vroeg in het bewaar seizoen optreden en heeft de beste kans bij temperaturen lager dan 8°C.

De schimmel geeft een droogrotachtig beeld zonder schimmelpuis. In eerste instantie ontstaan kleine ingezonken,

scherp begrensde plekken. De huid begint geleidelijk evenwijdig verlopende rimpels te vertonen en gaat meestal scheuren. Het aangetaste weefsel wordt meestal spoedig grijs / zwart. In het droogrotte weefsel ontstaan vaak holten die zijn bekleed met een donkergrijs tot zwart mycelium. Bij vochtige omstandigheden kunnen zich op de aangetaste schil met het blote oog nog net zichtbare zwarte picniden (vulkaanvormige vruchtlichaampjes, gevuld met slijm, met daarin zeer persistente sporen) vormen.

Later in het bewaar seizoen kan ook duimrot optreden als gevolg van *Phoma exigua*. Deze aantasting wordt gekenmerkt doordat de schil samen met het rotte weefsel op zodanige wijze inzinkt alsof het met de duim is ingedrukt (duimrot). Dit rot heeft een bruine tot lichtgrijze kleur. Typerend voor deze vorm van droogrot is ook dat het aangetaste weefsel als een prop van het gezonde weefsel kan worden gescheiden.

- b. Verspreiding: Stengelaantasting en sporen op de grond. De schimmel dringt binnen via wonden en lenticellen en gaat met pootgoed over. Gebleken is dat *Phoma* in bewaarplaatsen, kisten en op werktuigen zeer langdurig kan overleven. Sporen van de schimmel kunnen ook met de wind verspreid worden.
- c. Bestrijding: Gezond pootgoed gebruiken; ruime vruchtwisseling; bestrijding van opslag. Ook bedrijfshygiënische maatregelen zijn van groot belang voor het beperken van deze ziekte. Op knol aanwezige besmetting kan door tijdige (tijdens het inschuren) knolbehandeling met middelen, genoemd bij *Fusarium* bestrijding, sterk worden teruggedrongen.

#### • Pukkelschurft (*Polyscytalum pustulans*)

**Skin spot; Tüpfelfleckenkrankheit; Oösporiose.**

- a. Symptomen: *Alleen op knollen*  
Na enige weken tot maanden bewaren zijn kleine pukkeltjes, vaak in groepjes, zichtbaar op de schil. Deze pukkels hebben meestal een diameter tot 2 mm en steken nauwelijks boven het schiloppervlak uit. Bij aansnijden bruin/zwarte plekkjes in het vlees zichtbaar, vaak niet dieper dan 1 á 2 mm. Ook de ogen en de zich daarin bevindende knoppen kunnen worden

aangetast waardoor 'blinde' ogen ontstaan. Toepassing van CIPC leidt vaak tot een diepere en omvangrijkere aantasting.

- b. Verspreiding: Deze ziekte komt in de ons omringende landen meer voor dan in Nederland. Dit hangt samen met de relatief vroege oogst van Nederlands pootgoed. *Pukkelschurft is namelijk een typische lage-temperatuurziekte*, die meer optreedt bij de teelt op zwaardere kleigronden dan op zand- en veengrond. Pukkelschurft blijft op de knollen achter en wordt daarmee verspreid. Ook kan het in de grond achterblijven en aldaar tot zo'n acht jaar overleven.
- c. Bestrijding: Ruime vruchtwisseling, rassenkeuze (er bestaat enig verschil in vatbaarheid tussen de verschillende rassen), vroeg rooien althans niet onder koude en natte omstandigheden. Bestrijding met combinaties van een benzimidazool en o.a. imazalil is mogelijk. Droog en niet te koel bewaren. Rassen met een dikke schil zijn vaak minder gevoelig voor pukkelschurft.

• **Poederschurft (*spongospora subterranea*)**

**Powdery scab; Pulverschorf; Gale poudreuse.**

- a. Symptomen: *Alleen op knollen en andere ondergrondse delen.*  
De eerste zichtbare symptomen in het veld zijn kleine licht gekleurde wratjes van 2 tot 10 mm op de wortels. Deze wratjes worden donkerder van kleur en vallen later uiteen. Als dit type aantasting veel op de wortels voorkomt kan de plant verwelken en verdorren.  
Op groeischeurtjes, lenticellen en soms in de ogen van knollen ontstaan kleine pukkeltjes die zich langzaam uitbreiden tot pokken of wratjes. Deze eerst licht en later donker gekleurde pokken zijn aanvankelijk met een vliesje bedekt waardoor ze op blaasjes lijken.  
Ze zijn gevuld met een bruin poeder (sporenballen van de schimmel), vandaar de naam poederschurft. De pokken liggen vaak als een gordel om de knol heen (bij gewone schurft meer over de hele knol verspreid). Als de inhoud van de blaasjes donkerbruin gekleurd is springt de huid open en blijft als opstaand vliesje achter. Dit is een typisch kenmerk voor poederschurft.

Bij een kwaadaardigere vorm van poederschurft springen de pokken niet open. Dit type aantasting wordt gevolgd door het optreden van andere schimmels in de onmiddellijke nabijheid van de pok. Daardoor zinkt het vlees om de pok in en blijft de pok als een verhard gedeelte boven de ingezonken plek uitsteken.

- b. Verspreiding: Poederschurft gaat met het pootgoed over en blijft ook in de grond achter. Jaren met een natte mei- en junimaand zijn gunstig voor de ontwikkeling van deze ziekte, vooral op humusrijke zand- en dalgronden met een intensieve teeltfrequentie. Verspreiding van de ziekte kan ook plaatsvinden door gebruik van mest van vee dat is gevoerd met besmette aardappelen en door verstuiwen van grond van besmette percelen. Poederschurft kan behalve op aardappelen ook overleven op zwarte nachtschade en tomaat. Een bijkomend probleem is nog dat poederschurft zowel de overbrenger als drager van het zwabbertop virus is.
- c. Bestrijding: Gezond pootgoed gebruiken, ruime vruchtwisseling toepassen, voor goede ontwatering op percelen zorgen en geen stalmest van onbekende herkomst gebruiken. Poederschurft is chemisch moeilijk te bestrijden. Hygiëne op de loonwerk- en aardappelbedrijven is van groot belang en ook na het uitschuren het grond- en stofvrij maken van de bewaarplaats. Ontsmetten van de bewaarplaats met formaline is m.b.t. poederschurft niet zinvol.

#### *Aanvulling:*

Poederschurft wordt veroorzaakt door een organisme dat zich bevindt tussen een schimmel en een ééncellig organisme. Misschien is het wel een ééncellig dier, het heeft er alle kenmerken van.

Sporenballen met rustsporen bevinden zich in de grond. Deze kunnen gemakkelijk 7 jaar in de grond overleven zonder aan kracht in te boeten. Zodra er een gewas groeit met haarwortels (dus vrijwel alle gewassen en onkruiden) komen er zoösporen vrij en deze zwemmen naar de haarworteltjes en dringen binnen. Dit proces kan alleen plaatsvinden indien er vocht in de omgeving is. Onder droge omstandigheden sterven namelijk vele sporen. De binnengedrongen sporen kiemen in 2 tot 4 uur en na ca. 4 dagen hebben ze zich zeker 40x vermeerderd in zogenaamde zomersporen.

Er zijn planten, o.a. bepaalde koolzaadrassen en stoppelknollen, waarop de zoösporen zich niet vermeerderen. Na infectie (via de lenticellen) van de aardappelknol door de zomersporen kunnen ze een gal vormen. De vorming van gallen

wordt waarschijnlijk veroorzaakt door abscisinezuur, geproduceerd door de aardappel. Op de knol ontstaan eerst zeer kleine wratten/pokken die uitgroeien tot grote donkerbruine wratten/pokken, waarin zich de sporenballen bevinden. Op een zeker moment worden deze sporenballen afgestoten en ontstaan er kraters. Daar deze kraters vrij diep kunnen worden is afzet voor consumptie of verwerking soms niet mogelijk.

Tijdens het gehele groeiseizoen en tijdens de bewaring kunnen aardappelen op deze wijze worden aangetast. Tevens wordt niet uitgesloten dat de sporen zich als *amoebe* van cel tot cel door de plant verplaatsen en zo de knol kunnen infecteren.

*Tijdens het begin van de bewaring is poederschurft in vele gevallen nog in een aanvangsstadium van zijn ontwikkeling op de knol en niet of nauwelijks zichtbaar. In de praktijk worden vaak in de tweede helft van het bewaarseason, vanaf medio januari, infecties zichtbaar in de vorm van kleine, bruine pukkeltjes die zich binnen enkele weken kunnen uitbreiden tot licht gekleurde pokken of wrattjes. Deze ontwikkeling wordt gestimuleerd door condensvorming in partijen. Afgeraden wordt om op aardappelen, afkomstig van percelen die eerder problemen met poederschurft opleverden, een spruitremmingsmiddel tijdens het inschuren toe te passen. Dit kan namelijk een dieper in het vruchtvlees doordringende aantasting tot gevolg hebben.*

*Er zijn ook duidelijke rasverschillen m.b.t. gevoeligheid geconstateerd. De oude rassen zijn vaak minder gevoelig, maar zijn absoluut niet resistent. Bij de nieuwe rassen is vaak minder getoetst op schurft, waardoor deze over het algemeen vatbaarder blijken. Uit vrij recent onderzoek is naar voren gekomen dat de rassen Asterix, Bildstar, Hansa en Saturna nogal gevoelig voor poederschurft zijn.*

#### • Lakschurft (*Rhizoctonia solani*)

#### **Black scurf; Pockenkrankheit; Sclérotose de rhizoctone**

- a. Symptomen: *Loof*
- 1) slechte/onregelmatige opkomst
  - 2) topblaadjes vouwen over gehele lengte samen
  - 3) planten bloeien eerder
  - 4) witte manchet aan stengelvoet
  - 5) bovengrondse knolvorming
  - 6) minder stengels
  - 7) knollen dicht bij elkaar.

*Knol*

- 8) sclerotiën op de schil
- 9) blinde toppen, groeischeurachtige vergroeiingen met veel schubjes
- 10) soms op ritnaaldenschade gelijkende gaatjes
- 11) vaak kleinere/misvormde knollen.

- b. Verspreiding: De schimmel *Rhizoctonia solani*, die lakschurft veroorzaakt, is een ongeslachtelijke vorm van de steeltjes zwam *Thanatephorus cucumeris*. De schimmel leeft saprofytisch in de grond en tast de knol niet rechtstreeks aan, maar wel de opgroeiende plant. De ziekte gaat met het pootgoed over. De zwarte korstjes op de schil van de knollen, die men *sclerotiën* noemt, zijn de rustvorm van de schimmel. Aantasting door *Rhizoctonia solani* wordt bevorderd door lage bodemtemperaturen, hoge vochtigheid in combinatie met een slechte doorluchting van de grond. Veel grond in de bewaarplaats (o.a. stortkegels) kan eveneens leiden tot een toename van lakschurft.
- c. Bestrijding: De schimmel is eigenlijk een zwakteparasiet. Als het jonge gewas zich voorspoedig ontwikkelt groeit de plant als het ware sneller dan de schimmel en valt de schade mee. Naast het uitgaan van blank pootgoed is het dus belangrijk om de begingroei te bevorderen, door goed voorkiemen en niet te vroeg en diep poten. Ook een goede ontwatering en bodemstructuur is van belang, alsmede een ruime vruchtwisseling. Verder kan bij het poten een rijenbehandeling met een chemische middel worden gegeven. Hiervoor zijn inmiddels een viertal middelen beschikbaar namelijk: Moncereen (Bayer), Amistar (Syngenta), Monarch (Belchim) en Mon Ami (Bayer). Ook Talent (Luxan) heeft een remmende werking.

**Toevoeging**

De schimmel *Verticillium biguttatum* blijkt heel actief te zijn in het aantasten van *Rhizoctonia solani*. Eerstgenoemde schimmel wordt dan ook wel toegepast in de biologische bestrijding van lakschurft.

Een andere manier om lakschurft zonder chemie dwars te zitten is het zo vroeg mogelijk verbreken van het contact van de wortels met de knol bij de loofdoeding. Hoe langer de wortel met water de knol onder druk houdt hoe langer zich sclerotiën op de knol blijven vormen. Met looftrekken of tweefaseroeien kan

hierop worden ingespeeld, waarbij ook nog getracht kan worden om *Verticillium dactylophorum* toe te dienen bij het tweefaserooien.

• **Zilvergeschurft (*Helminthosporium solani*)**

**Silver scurf; Silberschorf; Gale argentée.**

- a. Symptomen: *Alleen op knollen*  
Op de knollen komen zilverschurftig gekleurde vlekken voor, die vooral na wassen duidelijk zichtbaar worden. De veroorzakende schimmel maakt als het ware de schil lek waardoor lucht kan binnentreden. Hierdoor lijkt de schil enigszins zilverschurftig. Als de bewaring plaats vindt onder vochtige omstandigheden breidt de aantasting uit en wel sneller naarmate de bewaartemperatuur hoger is. De knollen krijgen dan een grijs uiterlijk en drogen uit. Als de knollen in een vochtige omgeving hebben verkeerd zijn met een loep op de aangedaste plekken zwarte, op lampeborstels lijkende, sporendragers te zien.
- b. Verspreiding: Besmetting heeft vanaf het pootgoed plaats. Zilvergeschurft is in de eerste plaats een bewaarziekte. De sporen kunnen zich niet actief voortbewegen en verspreiden zich door water en wind. Hun levensduur is kort, in grond zonder de nabijheid van aardappelknollen zijn ze na twee/drie maanden dood. Het is dus geen grondgebonden ziekte. Wel moet men bedacht zijn op stof in bewaarplaatsen.
- c. Bestrijding: Het is van het allergrootste belang om de knollen na het rooien snel te drogen. Als het pootgoed betreft kan bij het in opslag brengen ook worden behandeld met chemische middelen (zie bestrijding *Fusarium*). Van karvon, een middel op natuurlijke basis, is vastgesteld dat het ook een remmend effect heeft op zilverschurft.  
Uit onderzoek van PPO is naar voren gekomen dat een grondbehandeling, via een rijenspuut op de pootmachine, met Amistar zeer effectief is.

**Opmerking:**

Alle in Nederland geteelde aardappelrassen zijn gevoelig voor zilverschurft. De economische schade tengevolge van zilverschurftaantasting kan aanzienlijk zijn voor met name pootaardappelen, maar ook voor tafelaardappelen. Daarom

vindt onderzoek plaats naar de biologie van de schimmel en de wijze van uitbreiding, zowel tijdens de teelt als gedurende de bewaring, om tot een betere bestrijding te kunnen komen.

• **Zwarte spikkel** (*Collectotrichum cocodes*)

**Black dot; Schalennekrose; Dartrose.**

a. Symptomen: *Loof*

De schimmel kan de wortels binnendringen en tot afsterven brengen. Op de ondergrondse stengeldelen ontstaan bruine ondiepe plekken en scheurtjes. De plant reageert hierop met een steile stand, geelverkleuring, samenknijpen van de blaadjes en verdroogde bladranden. De vaatbundels kunnen enigszins paarsachtig verkleuren en de aangetaste stengels kunnen op de duur omknikken (in ons land zijn symptomen in het loof zeldzaam, komen meer voor in warme landen).

*Knol*

De aantasting kan reeds bij het rooien op de knollen zijn waar te nemen als oppervlakkige, grijsbruine, onregelmatige vlekken op de schil. Op deze vlekken komen later kleine, zwarte met het oog nog juist waarneembare sclerotiën voor. Hieraan is de naam 'zwarte spikkel' te danken. De vlekken lijken wel wat op die van zilverschurft maar de micro-sclerotiën staan verder uit elkaar dan de conidiëndragers bij zilverschurft. Bij koude bewaring ontstaan zwartgekleurde, oppervlakkige inzinkingen (huidnecrose).

b. Verspreiding: De ziekte kan met pootgoed worden overgebracht. De schimmel overwintert in de vorm van vruchtlichaampjes (spikkeltjes) op de aardappel of op plantendelen in de grond.

c. Bestrijding: Koel en droog bewaren. Kwikontsmetting werkte goed, doch is niet meer toegestaan. Van de middelen die gebruikt worden voor de bestrijding van *Fusarium*, *Phoma* en zilverschurft op pootgoed mag geen effect tegen zwarte spikkel worden verwacht. Wel is inmiddels gebleken dat het middel Amistar van Syngenta effectief is tegen zwarte spikkel.



• Wratziekte (*Synchytrium endobioticum*)

Potato wart disease; Kartoffelkrebs; Galle noire/Galle verruqueuse.

a. Symptomen: *Loof*

Bloemkoolachtige/wratachtige woekeringen in de knoppen van de stengels, juist boven de grond, en op stolonen. Wortels worden niet aangetast. De wratten lijken op kleine bloemkolen en variëren in grootte van nauwelijks zichtbaar tot het formaat van een aardappel.

*Knol*

Wratachtige woekeringen van enkele milimeters tot meer dan 10 cm op de ogen. Eerst zijn ze wit later verkleuren ze tot bruin/zwart en vallen ze uiteen.

b. Verspreiding: Met pootgoed en de dikwandige rustsporen kunnen jarenlang in de grond overleven en zijn vrijwel ongevoelig voor (chemische) middelen. Onder Nederlandse omstandigheden is een overleving van 16 jaar aangetoond.

Het is een ziekte die met name voorkomt in koele, zeer regenachtige klimaten. De ziekteverwekker heeft meer dan 20 fysiologische rassen (fysio's). In Nederland zijn tot nu toe vier typen bekend, namelijk:

- Fysio 1, voornamelijk in Zuid-Oost Nederland
- Fysio 2, voornamelijk in Noord-Oost Nederland
- Fysio 6, in Noord-Oost Nederland.
- Fysio 18, in Noord-Oost Nederland

Tegen fysio1 bezitten veel consumptieaardappelrassen absolute resistentie. Tegen fysio 2 zijn alleen gradueel resistente rassen beschikbaar. Over fysio 6 is nog niet zoveel bekend omdat deze variant pas in 2001 voor het eerst werd aangetroffen in Noord-Oost Nederland. Voorlopig gaat de PD er vanuit dat de aardappelrassen die resistent zijn tegen fysio 2 voor het overgrote deel waarschijnlijk ook resistent zijn tegen fysio 6. De rassen Averia, Belita, Katinka, Signum en Seresta zijn resistent tegen pathotype 2 en 6.

Ook over de resistentie tegen fysio 18 is nog niet veel bekend. De zoektocht naar rassen met een volledige resistentie tegen wratziekte fysio 18 werd najaar 2003 in gang gezet. Op dit moment is bekend dat de Nederlandse rassen Avarna, Belita en Seresta en de Duitse rassen Ulme, Pallina en Panda resistent zijn tegen fysio 18. Deze voor ons land nieuwe fysio is bijzonder agressief, geeft grotere wratten en vermeerdert zich tweemaal zo snel als de in Noordoost Nederland aanwezige fysio's 2 en 6.

- c. Bestrijding: Wratziekte is een quarantaineziekte die men buiten het bedrijf moet houden door uitsluitend goedgekeurde poters te gebruiken van zoveel mogelijk resistente rassen. Geen teelt op besmette percelen en bedrijfshygiënische maatregelen toepassen, o.a. verstuiwing van grond tegen gaan en goed reinigen van machines van perceel naar perceel.

***Toevoeging:***

Wratziekte vormt een bedreiging voor de teelt van aardappelen. Vanuit besmette percelen kan de ziekte zich verder verspreiden.

Bij besmetting legt de PD maatregelen op voor het besmette perceel (o.a. teeltverbod) en een kleine bufferzone hieromheen.

Van percelen die door de PD besmet worden bevonden met wratziekte moet de opbrengst worden vernietigd. Ook mogen op een besmet verklaard perceel 20 jaar lang geen aardappelen of voortkweekingsmateriaal worden geteeld.

Naast deze maatregelen heeft het Productschap voor Akkerbouw op verzoek van de sector maatregelen opgesteld voor grote (preventie) gebieden om de besmettingen heen

Er zijn thans drie zogenoemde preventie gebieden A, B en C. Gebied A omdat het NO zand- en dalgrondgebied. In dit preventiegebied mogen alleen consumptie- en zetmeelaardappelrassen worden geteeld met een (veld)resistentiecijfer van 6 of hoger tegen fysio 2/6.

Preventiegebied B sluit in zuidelijke richting aan op gebied A en loopt tot ongeveer de lijn Amersfoort, Arnhem, Nijmegen. In dit gebied geldt alleen voor de zetmeelaardappelteelt dezelfde regel als in gebied A. De preventie gebieden A + B tezamen wordt het 'zetmeelaardappeltelend gebied' genoemd.

Preventie gebied C ligt in het zuiden langs de Duitse grens van iets onder Nijmegen tot ca Venlo/roermond. Voor dit gebied geldt dat bij de aardappelteelt, ongeacht het teeltdoel, alleen rassen mogen worden gebruikt met een (veld)resistentie van 6 of hoger tegen fysio 1.

Daarnaast zijn in preventie gebied A nog vijf zogenoemde 'kerngebieden' aangewezen in de regio's waar wratziekte werd aangetroffen

Deze *kerngebieden* liggen bij Veendam, Ter Apel, Foxhol, Barger compascum en Mantinge.

In deze kerngebieden mogen alleen aardappelen worden verbouwd die resistent zijn tegen fysio 1 en een veldresistentie van 6 of hoger hebben tegen de fysio's 2, 6 en 18.

Wratziekte vormt niet alleen een bedreiging voor de aardappelteelt, maar ook voor de boomteelt en bloembollensector. Verschillende landen die dit materiaal importeren eisen een ziektevrrije status van het bedrijf of gebied van herkomst.

#### • Verwelkingsziekte (*Verticillium dahliae*)

**Verticillium wilt, Early dying; Verticillium-Welke; Verticilliose**

##### a. Symptomen: *Loof*

Als *Verticillium* het aardappelgewas aantast is dat het eerst te zien aan een bont geheel van geel en afstervend blad (aan één kant) naast nog groene bladeren. De stengels trekken krom omdat aan één kant de vaatbundel door de ziekte is verstopt. Tijdens het afsterven kleuren aangetaste stengels blauw- tot loodgrijs. Dit verschijnsel wordt ook wel loodglans genoemd. Het vindt zijn oorsprong in de vorming van talrijke kleine zwarte puntjes (micro-sclerotien) onder de opperhuid. Deze zijn het best te vinden bij de bladoksels. Door chemische loofdoding wordt loodglans, dus de vorming van deze micro-sclerotien, sterk bevorderd. Door afbranden worden ze afdoende vernietigd.

De ziekte wordt vaak niet opgemerkt omdat geen haarden worden gevormd, maar gelijkmatig over het hele perceel optreedt. De verschijnselen lijken wel wat op stikstof gebrek.

Vooraf in consumptie- en fabrieksaardappelen kan het te vroeg afsterven van het gewas tot aanzienlijke opbrengstderving leiden. Elk aardappelras kan worden geïnfecteerd, maar er bestaan wel verschillen in gevoeligheid en vermenigvuldigingssnelheid van de schimmel tussen de rassen. Bintje, Saturna en Element zijn in de regel zeer gevoelig voor deze schimmel.

*Knol*

Uitwendig is aan de knollen niets te zien. Inwendig soms kleine bruine streepjes in de vaatbundelring en een roodachtige verkleuring aan het naveleinde.

- b. Verspreiding: De ziekte gaat met pootgoed over en kan in de vorm van sclerotiën zeven jaar of meer in de grond overleven zonder waardplant. Deze ziekte treedt vooral op bij hogere temperaturen en komt vooral tot expressie in gewassen die om de één of andere reden een verminderde weerstand hebben (stress situaties). *Verticillium* heeft veel waardplanten o.a. bieten, erwten, veldbonen etc..
- c. Bestrijding Zeer ruime vruchtwisseling, nauwkeurige selectie en stress in gewas voorkomen. Stress ontstaat door een ongebalanceerde of te krappe bemesting, droogte of overmatige neerslag, dan wel een gebrekkige ontwatering en slechte structuur. Chemische of biologische bestrijdingsmiddelen zijn nog niet beschikbaar. Met mechanische loofvernietiging (met name looftrekken) kan de opbouw van overlevings structuren (micro-sclerotiën) in de bodem op effectieve wijze worden beperkt. Op percelen waar deze ziekte dus wordt aangetroffen moet de voorkeur worden gegeven aan thermische of mechanische loofvernietigingsmethoden. De qua afrijping wat latere rassen zijn vaak minder gevoelig voor verwelkingsziekte.

*Toevoeging:*

Wageningse onderzoekers zijn een nieuwe, natuurlijke vijand van *Verticillium dahliae* op het spoor. Het gaat om een stam van de bodembacterie *Pseudomonas fluorescens*. Deze bacterie maakt schimmelwerende stoffen, waarmee ze de ziekteverwekker te lijf gaat. Ook de bodemschimmel *Talaromyces flavus* is een natuurlijke vijand van *Verticillium dahliae*. De bodembacterie *Pseudomonas fluorescens* en de bodemschimmel *Talaromyces flavus* geven samen de beste bestrijding tegen de ziekteverwekker. Mogelijk beschermen ze verschillende delen van wortels. Vervolgonderzoek moet nog uitwijzen of de beide biologische bestrijders elkaar ook onder veldomstandigheden goed aanvullen.

• Rattenkeutelziekte of Sclerotiënrot (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Stalk break/White mold; Sklerotinia-Stengelfäule; Pourriture sclerotique.

a. Symptomen: *Loof*

Verspreid over het veld kunnen planten worden aangetroffen waarvan één of meer stengels vrij plotseling verwelken. Bij nat weer gaan de onderreinden van de stengels rotten, bij droog weer worden ze wit en houtig.

In de stengels komt soms een dik schimmelpluis voor waar-tussen zich grote, tot ruim 1 cm lange, zwarte sclerotiën be-vinden. Bij doorsnijden van de aangetaste stengels blijken deze bijna geheel met schimmelpluis en sclerotiën te zijn ge-vuld

*Knol*

De knollen worden zelden aangetast. In voorkomende geval-len kan dit gepaard gaan met veel schimmelpluis en sclero-tiën en gaan ze spoedig tot rotting over. Ook kan een droge verpulvering van het vruchtvlees van de knol, zonder schim-melpluis en sclerotiën, worden aangetroffen.

b. Verspreiding: Grondschimmel die zich onder vochtige omstandigheden goed thuis voelt. Veel regen of beregening, vochtig koel weer en een geil gewas bevorderen de aantasting. De *Sclerotinia* schimmel kan in de vorm van sclerotiën vele jaren (minstens 6 jaar) in de bodem overleven. Zoals reeds opgemerkt deze schimmel houdt van vocht en een temperatuur van rond 15°C. Deze ziekte is meestal te vinden naast rijsporen waar blad of stengel is beschadigd.

c. Bestrijding: *Sclerotinia* heeft veel waardplanten zoals o.a. peulvruchten, wortelen, karwij, witlof en koolzaad. Bestrijding via vrucht-wisseling is dus moeilijk. Granen en grassen worden door deze schimmel niet aangetast.  
Een goed wapen is verbetering van de structuur van de grond. In goede grond met een prima structuur zitten namelijk vele belagers van deze *Sclerotinia* schimmel. Ook is het zinvol om het loof van aangetaste planten voorzichtig te verwijderen zo-dat de sclerotiën niet op de grond terecht komen. Chemische bestrijding is mogelijk maar in de meeste jaren niet zinvol.

• Roodrot (*Phytophthora erythroseptica*)

Pink rot; Rotfäule; Pourriture rose.

a. Symptomen: *Loof*

Vanuit geïnfecteerde wortels worden stengels aangetast. De weefsels in de stengelbasis verkleuren beige tot licht bruin. Met toenemende aantasting van de onderste stengeldelen vormen zich op opvallende wijze luchtknolletjes in de onder- en bovengrondse oksels. Bij toename van de aantasting (augustus) treedt verdorring op gekenmerkt door grote roodbruine tot later donkerbruine vlekken die meestal aan de bladtoppen en bladranden beginnen.

*Knol*

Aanvankelijk is vaak alleen een beige tot bruine verkleuring rond het naveleinde zichtbaar. Binnen enkele dagen kan het lichtbruin gekleurde rot zich snel in de knol uitbreiden. Op aangetaste plekken voelt de knol rubberachtig aan. Na aansnijden treedt, door toetreding van zuurstof in de aangetaste cellen, na enige tijd een steenrode verkleuring op. Deze roodverkleuring van het aangetaste deel van de knol gaat spoedig over in een pikzwarte verkleuring. Het zieke weefsel is verder gekenmerkt door een terpentijnachtige geur. Op de schil komen zwarte pukeltjes voor. Het zijn kleine woekeringen uit de lenticellen die eerst wit gekleurd zijn maar, omdat de knol door roodrot is aangetast, onder invloed van zuurstof zwart zijn geworden. Door roodrot aangetaste knollen gaan door secundair optreden van bacteriën die natrot veroorzaken gemakkelijk tot rotting over.

b. Verspreiding: De schimmel blijft in de grond achter en gaat niet met pootgoed over. Vooral bij wateroverlast en een slechte structuur, gevolgd door een periode van droogte met hoge temperaturen komt de ziekte tot uiting. Met name als hierna regenbuien weer zorgen voor een tijdelijk wateroverschot. Ook een hoger gehalte aan organische stof in de bodem lijkt de ziekte te bevorderen.

c. Bestrijding: Ruime vruchtwisseling, goede grondbewerking en ontwatering en op probleempercelen geen organische mest gebruiken. Verder is het raadzaam aangetaste planten en knollen te verwijderen.

- Violet wortelrot (*Rhizoctonia crocorum*; perfecte vorm: *Helicobasidium brebissonii*)

Violet root rot; violetter Wurzeltöter; Rhizoctone violet.

- a. Symptomen: *Loof*  
 Het loof wordt pleksgewijs bleek/geel, verwelkt en sterft langzaam af. De ondergrondse delen van aangetaste planten worden bedekt met een netwerk van schimmeldraden die aanvankelijk bleek bruingeel of violet en later violetbruin of chocoladekleurig zijn.
- Knol*  
 Evenals de overige ondergrondse delen zijn de knollen met een zwaar netwerk van schimmeldraden bedekt (veel zwaarder dan bij lakschurft). Tussen de paarse tot bruinachtige schimmeldraden zijn kleine donkere sclerotiën te zien. Dergelijk aangetaste knollen vormen een gemakkelijke prooi voor bacteriën die natrot veroorzaken.
- b. Verspreiding: De sclerotiën van de schimmel overwinteren in de grond. Violetwortelrot is een schimmel die op meerdere gewassen kan voorkomen. De ziekte is vooral bekend bij bieten en witlof. In Nederland komt het op aardappelknollen incidenteel voor.
- c. Bestrijding: Ga uit van gezonde poters en zorg voor een goede ontwatering en een snelle beginontwikkeling van het gewas. Let op de vruchtwisseling, wortelen, lucerne en asperges geven de schimmel weinig mogelijkheden maar bieten wel.

- Waterrot (*Pythium debaryanum*, *P. ultimum*, *P. splendens*)

Watery wound rot; wässerige Fäule/Wundfäule; pourriture due au Pythium.

- a. Symptomen: *Vrijwel alleen in knol*  
 Waterrot wordt veroorzaakt door een aantal in de grond levende *Pythium* schimmels. Waterrot wordt gemakkelijk verward met andere rotverschijnselen zoals natrot en roodrot.

Bij waterrot vertonen de knollen aanvankelijk bruinige vlekken onder verwondingen, die in enkele dagen sterk in diepte uit kunnen breiden. In de volgende fase breidt de aantasting zich het sterkst uit in het merg van de knol en krijgt het aangetaste weefsel een grijsachtige kleur.

Kenmerkend voor waterrot is de sterke afscheiding, met een donkere grensstrook, tussen gezond en ziek weefsel. Als het aangetaste weefsel wordt blootgesteld aan lucht, kleurt het meestal zwart. In tegenstelling tot roodrot voelt het weefsel niet rubberachtig maar zalfachtig aan. In het laatste stadium van aantasting wordt het weefsel half vloeibaar en lopen de knollen bij knijpen en beschadigen leeg.

Aanvankelijk stinkt waterrot niet, maar door het optreden van secundaire rottingsbacteriën kunnen aangetaste weefsels gaan stinken.

- b. Verspreiding: *Pythium* schimmels komen algemeen in de grond voor. Bij aardappelen treedt de ziekte meestal alleen op in warme jaren. De schimmel kan niet door een onbeschadigde schil binnendringen maar alleen via wondjes infecteren. De omstandigheden rond de oogst zoals, beschadigingen als gevolg van looftrekken, rooien/inschuren, blootstelling aan hitte en zonnestraling etc. vormen aanleidingen voor aantasting. Ook slechte ventilatie werkt het in de hand.
- c. Bestrijding: Op warme dagen voorzichtig zijn met looftrekken en rooien, zeker niet op het heetst van de dag rooien en de aardappelen niet langdurig blootstellen aan de zon. Rotten knollen voor opslag verwijderen en partijen met wat rot snel drogen en koel en droog bewaren.



## VI.b Aardappelziekten veroorzaakt door bacteriën

- Gewone schurft (*Streptomyces scabies*, *S. europaeiscabiei*, *S. stelliscabiei*)

Common Scab; Flachschorf; Gale commune/gale superficielle.

a. Symptomen: *Alleen op knollen*

Er zijn diverse variëteiten van gewone schurft. Daarom is het beeld zeer uiteenlopend. Men spreekt van oppervlakkige, diepere en pokschorf. Pokschurft wordt vaak ten onrechte aan gewone schurft toegeschreven en wordt meestal door poederschurft veroorzaakt.

Lesies van gewone schurft ontstaan op de knollen door herhaaldelijk scheuren en nieuwe kurkvorming van in groei achterblijvende aangetaste delen van de schil. Het gevolg is dat een oppervlakkige aantasting ontstaat die wordt gekenmerkt door stervormige en netvormige patronen. Met een loep bezien doet de structuur enigszins aan boomschors denken. Het littekenweefsel van de lesie is hecht met het onderliggende knolweefsel verbonden en kan hiervan, in tegenstelling met poederschurft, niet zonder beschadiging worden gescheiden. Voor zover bekend leidt gewone schurft noch tot opbrengstverliezen in het veld, noch tot extra verliezen tijdens de bewaring.

b. Verspreiding: Gewone schurft wordt veroorzaakt door straalschimmels. Organismen die tussen bacteriën en schimmels in staan. De ziekteverwekker heeft eigenschappen met zowel schimmels als bacteriën gemeen en behoort tot een aparte groep straalschimmels of *Actinomyceten* genaamd. Deze worden tegenwoordig tot de bacteriën gerekend. Ze komen in alle gronden voor. Ze zijn draadvormig en tasten de knollen al in een zeer vroeg stadium aan. Tijdens het proces van knolzetting dringen ze namelijk via de lenticellen binnen. De lenticellen die tijdens het proces van knolzetting worden aangelegd zijn tot enkele dagen na hun vorming, op de dan nog zeer kleine knollen, uitermate vatbaar. Daarna niet meer. Droge omstandigheden en een hoge pH van de grond bevorderen het optreden van gewone schurft. Deze ziekte gaat niet met het pootgoed over.

- c. Bestrijding: Beregenen tijdens knolzetting, zure meststoffen gebruiken, geen gronden met een hoge pH en minder vatbare rassen telen. Omdat sinds 2005 een beregeningsverbod met oppervlakte water geldt is voor de meeste pootgoedtelers beregening geen optie meer.
- Over de vatbaarheid van rassen is niets meer opgenomen in de rassenlijst en moet informatie van het handelshuis worden ingewonnen. Onderzoek op proefbedrijf Kollumerwaard heeft goede perspectieven voor druppelirrigatie opgeleverd. Ook zijn aanwijzingen gevonden dat toediening van mangaan de aantasting door gewone schurft tegengaat.
- Aangezien *Streptomyces scabies* ook en vooral op graminaceën voorkomt is reductie van grondbesmetting door toepasbare vruchtwisselingssystemen onuitvoerbaar.
- De veroorzaker van gewone schurft bestaat uit drie verschillende *Streptomyces* soorten. Het gaat om een bacterie Aantasting met bacterie- en schimmeleigenschappen. De vatbaarheid voor gewone schurft is rasafhankelijk en ca. drie weken na de knolzetting is de meest gevoelige periode met name bij droge bodemomstandigheden. Als beregenen in die omstandigheden niet mogelijk is dan vormt een zuur bodemklimaat ook een middel om schurftaantasting te beperken. De *Streptomyces* bacterie groeit het best bij een bodem pH die ligt tussen 6,0 en 7,5. Om in de gevoelige periode de bodem pH buiten de genoemde pH range te brengen werkt het gebruik van verzurende meststoffen het snelst. Uit onderzoek is gebleken dat wanneer een dergelijke meststof voor het frezen wordt ingezet, de hoogste verzuring ligt in de periode vanaf de knolzetting tot drie weken daarna.

### **Toevoeging**

**Netschurft (*streptomyces reticuliscabiei*)**, in het verleden ook wel graslandschurft genoemd, is een vruchtwisselingsziekte van de aardappel. Het komt op alle grondsoorten voor. Zowel op zandgronden met een lage pH als op kleigronden met een hoge pH en vooral op percelen waar regelmatig voor netschurft vatbare rassen worden geteeld. Ook op gescheurd grasland blijkt netschurft in ernstige mate te kunnen optreden.

Netschurft tast alle ondergrondse delen van de plant aan. Vooral de aantasting van de wortels, die volledig kunnen verbruinen, leidt tot aanzienlijke opbrengstverliezen.

Knolsymptomen zijn reeds op de jonge knol zichtbaar als roestvlekken die tijdens de groei met een netvormig patroon uitbreiden over grote delen van het

knoloppervlak. Niet zelden gaat een knolaantasting gepaard met het ontstaan van groeischeuren.

Voor de bestrijding van netschurft werkt beregenen averechts omdat deze aantasting door een hoog bodemvochtgehalte wordt bevorderd. Wanneer een perceel in ernstige mate besmet is met netschurft is het telen van een niet vatbaar ras aan te bevelen.

• **Natrot (*Pectobacterium carotovora* subsp. *carotovora*)**

**Bacterial soft rot; Bakterien-Nassfäule; Pourriture bactérienne humide.**

- a. Symptomen: *Knol*  
De aantasting in het veld begint als kleine geelbruine ovale vlekjes rond de lenticellen, die door natte omstandigheden vaak wat groter zijn dan normaal. Vaak is de aantasting pleksgewijs in het veld aanwezig, samenhangend met plasvorming. Onder zeer natte omstandigheden kan het hele veld aangetast zijn. In de bewaring kunnen knollen met natrot symptomen snel tot rotting overgaan. Aangetaste weefsels zijn dan erg nat en roomkleurig tot licht beige en worden zalfachtig. De overgang tussen gezond en aangetast weefsel is vaag. In het beginstadium is het rot vrijwel geurloos en later gaat het stinken.
- b. Verspreiding: De bacterie die natrot veroorzaakt komt algemeen in alle gronden voor. Bacterieel natrot hangt samen met te natte veldomstandigheden of natte bewaring, of als secundaire aantasting bij andere ziekten. Een toegangspoort tot de knol kan worden gevormd door geopende lenticellen onder zeer natte omstandigheden en door beschadigingen of verzwakking.
- c. Bestrijding: Zorgen voor een goede ontwatering, beginnen met gezond uitgangsmateriaal en bij het rooien knolbeschadiging zoveel mogelijk voorkomen. Partijen met natrot zijn slecht bewaarbaar en moeten daarom zo snel mogelijk worden gedroogd en vervolgens koel en droog bewaard worden. Als meer dan 2% natrotte knollen in een partij zitten wordt aangeraden niet op te slaan maar direct af te zetten. Chemische bestrijding van natrot is nog niet mogelijk.

### *Toevoeging*

Natrot, zwartbenigheid en stengelnatrot zijn nauw aan elkaar verwant. Toch zijn er wel verschillen. Natrot is een zwakte parasiet die hoofdzakelijk optreedt onder vochtige omstandigheden en dan alleen de knollen aantast. In 2006 is echter vastgesteld dat *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum* geen echt secundair pathogeen (zwakte parasiet) is, maar ook zelfstandig bacterieziek kan veroorzaken

Zwartbenigheid en stengelnatrot geven ook symptomen in het loof en zijn in de praktijk vaak moeilijk van elkaar te onderscheiden.

Amerikaanse onderzoekers hebben een manier ontdekt om de werking van ziek-tewerende genen in aardappelen te stimuleren. Dit doen ze door aan een anti-ziekte gen een stukje van het stimulerende gen 'uniquitin 7' (ubi 7) te hechten. Dit maakt aardappels minder kwetsbaar voor natrot veroorzakende organismen. In laboratoriumproeven bleken behandelde aardappelen 85 tot 96 % minder rot te krijgen dan niet behandelde.

ATO onderzoek heeft aanwijzingen opgeleverd dat aardappelknollen met een hoog nitraatgehalte gevoeliger zijn voor bacterieel natrot. Een hoog nitraatgehalte kan de groei/vermeerdering van de natrot bacterie stimuleren omdat deze dan nitraat als vervanger van zuurstof gebruikt (nitraatademhaling)

- **Zwartbenigheid (*Pectobacterium atrosepticum*)**  
((kan ook stengelnatrot veroorzaken))

### **Black leg; Schwarzbeinigkeit; Jambre noire.**

#### a. Symptomen: *Loof*

De eerste verschijnselen worden vaak omstreeks medio juni waargenomen. De aangetaste planten ontwikkelen zich slecht en bladeren en stengels krijgen een geelgroene kleur en zien er slap en verwelkt uit. De geelgroene/gele topblaadjes vouwen zich om de middennerf, de top groeit niet meer en de onderste bladeren worden geel en sterven af.

De aangetaste stengels zijn gemakkelijk uit de grond te trekken en breken gewoonlijk even onder de grond af. Het onder-einde van de stengel is zwart en vertoont vaak sterk opgezwollen lenticellen. Hoger op de stengel, waar deze vertakt, kan eveneens een zwarte verkleuring voorkomen. Ook het merg is op de aangetaste plaatsen donker gekleurd. De ziekte ontwikkelt zich goed bij gematigde temperaturen.

### *Knol*

Knollen van zwartbeenzieke planten kunnen een donker gekleurd rot vertonen dat vanuit het stolooneind (naveleind) de knol binnendringt. Het ontwikkelt zich meestal traag in de knol, maar kan wel diep in het knolvlees doordringen zonder specifiek de vaatbundel te verkleuren. De grens tussen gezond en ziek weefsel is scherp.

- b. Verspreiding: Gaat via pootgoed over, als de moederknol is besmet kunnen jonge knollen worden aangetast via de stolonen. Knollen kunnen ook worden besmet via verwondingen of geopende lenticellen. Organismen die stengelnatrot veroorzaken kunnen o.a. ook in de grond en het oppervlaktewater aanwezig zijn. In koele jaren treedt de ziekte meer op.
- c. Bestrijding: Uitgaan van gezond pootgoed, niet snijden, zorgen voor een goede ontwatering van het aardappelland. Bacteriën die zwartbenigheid, stengelnatrot en natrot veroorzaken kunnen namelijk zonder zuurstof leven zodat ze zich in natte percelen staande kunnen houden. Verder aangetaste planten verwijderen en tijdens het rooien en inschuren moederknollen uitrapen en knolbeschadiging voorkomen alsmede machines steeds goed reinigen. Na inschuren snel drogen en koel en droog bewaren.
- In een wetenschappelijke nieuwsbrief wordt erop gewezen dat het mineraal 'silicium', een zilverwit metaloïde, helpt om de aardappel te beschermen tegen bacterieziekten. Het zou het aardappelgewas meer weerstand geven tegen zowel bruinrot, stengelnatrot als zwartbenigheid. Silicium is namelijk een mineraal dat een aardappelplant stimuleert afweerstoffen te maken tegen belagers als bacteriën. (zie art. in aardappelwereld aug. 2008, pag. 7)

- **Stengelnatrot (*Dickeya dianthicola* of *Dickeya chrysanthemi*)**  
(kan ook zwartbenigheid veroorzaken)

### **Stem soft rot;**

- a. Symptomen: *Loof*  
Stengelnatrot ontwikkelt zich maximaal bij hogere temperaturen dan zwartbenigheid. Bij warm droog weer wordt het zichtbaar.

De stengel kan op ieder niveau tussen de moederknol en de top beginnen te rotten. Het rot kan zich verder ontwikkelen waardoor de hele stengel donkerder verkleurt. Ook kan het rot lokaal blijven en sterft alleen het boven de aantasting gelegen deel van de stengel af en worden nieuwe scheuten gevormd onder de lesies. Typisch is dat onder droge omstandigheden de topblaadjes op het warmst van de dag verwelken. Wanneer het weer zich wijzigt kunnen ze zich weer herstellen, maar blijft het warm droog weer dan worden ze necrotisch. Op basis van de symptomen kan stengelnatrot moeilijk onderscheiden worden van zwartbenigheid.

### *Knol*

Knolrot veroorzaakt door het stengelnatrot organisme ontwikkelt zich agressief, is zeer waterig, heeft een glazig-doorschijnende geleiachtige textuur en is vrijwel niet verkleurd.

- b. Verspreiding: De organismen die stengelnatrot veroorzaken gaan met het pootgoed over, maar kunnen ook in de grond en het oppervlaktewater aanwezig zijn. Planten kunnen in het veld worden besmet via zieke buurplanten, opspattend regenwater en door met ziektekiemen besmette insecten. Knollen kunnen via lenticellen en wondjes worden geïnfecteerd bij het rooien, door de aanwezigheid van reeds besmette knollen en door aanraking met besmette loofdelen.
- c. Bestrijding: Als voor zwartbenigheid

### *Toevoeging*

Op basis van moleculair onderzoek is ontdekt/vastgesteld dat er minimaal zes verschillende soorten *Dickeya* bestaan nl. *Dickeya dianthicola*, *Dickeya chrysanthemi*, *Dickeya dadantii*, *Dickeya dieffenbachiae*, *Dickeya paradisiaca* en *Dickeya zeae*. De soort *Dickeya dianthicola* komt het meest voor. Dit zijn 'koudeminnende' stammen. Daarna volgt *Dickeya chrysanthemi*, wat een 'warmteminnende' stam is die tot nu toe in Nederland zeldzamer voorkomt.

De bacterieziekten zwartbenigheid en stengelnatrot zijn sterk geassocieerd met pootgoedbesmettingen (beiden overleven vrij slecht in de grond. De expressie van deze ziekten is vooral sterk afhankelijk van de vocht- en temperatuurcondities in de grond.

Sinds 1992 zijn bacterieziekten de belangrijkste oorzaak voor afkeuring en klas-  
se verlaging bij de pootgoedteelt. Volgens berekeningen van het LEI heeft  
bacterieziek de sector € 30 miljoen gekost in teeltjaar 2007

Na veel onderzoek werd een test ontwikkeld waarmee latente besmettingen van  
bacterieziekten kunnen worden aangetoond. Deze toets, die m.i.v. oogst 2002  
voor de praktijk beschikbaar kwam, is snel en betrouwbaar en biedt meer  
mogelijkheden in een vroeg stadium risicopartijen op te sporen.

Met deze toets kunnen vermeerdereaars van pootgoed een voorselectie maken in  
het uitgangsmateriaal en op basis van de uitslag bepalen of men verder wil ver-  
meerderen of afzetten als consumptiemateriaal.

Omdat bacterieziek een groot probleem vormt bij de pootaardappelteelt werd op  
initiatief van LTO en NAO ook een onderzoeksproject 'Bacterie-vrije pootgoed-  
teelt' gestart. Dit project is er op gericht alles in kaart te brengen over  
bacterieziekten en mogelijke maatregelen/oplossingen aan te dragen ter be-  
teugeling van dit probleem. Voor de financiering van dit onderzoek zorgen o.a.  
LTO, NAO, HPA, Agrico, Averis, HZPC, Meijer en Van Rijn. Als medefinan-  
ciers kunnen worden genoemd de provincie Flevoland en de Europese Unie.  
Het project loopt tot 2008. Het grootste deel van het onderzoek is uitbesteed aan  
HZPC Research en Plant Resaerch International, een onderdeel van Wageningen  
UR. Ook de NAK is bij het onderzoek betrokken.

Aansluitend op dit onderzoek is thans een nieuw onderzoekproject gestart nl.  
'Deltaplan Erwinia'

Hierbij wordt o.a. ook gekeken naar de mogelijkheden/de werking van Ozon op  
verschillende aardappelziekten, waaronder bacterieziekten, en de vitaliteit van  
de knollen. Inmiddels is al wel gebleken dat Ozon geen negatieve invloed heeft  
op de vitaliteit van poters.

Ozon alleen geeft geen optimale doding van ziektekiemen. Uit laboratorium  
onderzoek is gebleken dat een combinatie van UV straling, een hoge RV en  
Ozon de Erwinia bacteriën voor ca. 99,5 % doodt. De nadruk bij het verdere  
onderzoek zal vooral liggen op de ontwikkeling van praktisch toepasbare  
toedieningstechnieken.

• Ringrot (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*)

**Bacterial ring rot; Bakterienringfäule; Flétrissement bactérien.**

a. Symptomen: *Loof*

De eerste symptomen treden pas laat in het groeiseizoen op en zijn gekenmerkt door verwelkingsverschijnselen. Dit begint met de onderste bladeren gepaard gaande met licht rollen van de bladranden. Later ontstaan lichtgele verkleuringen tussen de nerven en verwelkt de hele stengel. Meestal vertonen maar een paar stengels van een plant de symptomen.

*Knol*

De bacteriën dringen via de stolonen in de vaatbundelring van de knol zonder dat hierbij uitwendige symptomen hoeven op te treden. Op doorsnede vertonen aangetaste knollen een enigszins lichtgelige verkleuring van de vaatbundelring. Bij druk komt er een band met roomachtig/smeerkaasachtig bacterieslijm uit de vaatbundelring en blijft er een holte tussen schors en merg over. In latere stadia van de aantasting worden ook andere organismen bij het rot betrokken, krijgt het vaatweefsel een donkere kleur, ontstaan er barsten in de schil en kan roodverkleuring rond de ogen optreden.

b. Verspreiding: Voor zover bekend verspreidt de ringrotbacterie zich niet via het oppervlaktewater. De aardappel is vrijwel de enige waardplant. Daarnaast kan ringrot zich ook vermeerderen op de eierplant en de tomaat.

Recent onderzoek heeft aangetoond dat de ringrotbacterie meer dan 300 dagen in de grond kan overleven bij een temperatuur van 4°C, onafhankelijk van de grondsoort en het vochtgehalte in de grond.

Het organisme overleeft voornamelijk in aangetaste knollen en kan zich binnen een veld mechanisch verplaatsen door machines die de bacteriën verslepen en voor verwondingen zorgen waardoor ze naar binnen kunnen treden. Ook via fust (zakken, kisten, pallets) kan verspreiding plaatsvinden.

Naast pootgoed, machines en fust kunnen insecten als de coloradokever en de perzikluiskruik ook de ziekte overbrengen. Of aaltjes het ook kunnen overbrengen staat nog niet vast.

Het risico voor verspreiding wordt drastisch groter wanneer de knollen zijn voorgekiemd. Door beschadigen en afbreken



van de kiemen kan de vrijliggende vaatbundel namelijk gemakkelijk geïrriteerd worden.

- c. Bestrijding: Gezond pootgoed gebruiken en bedrijfshygiëne nauwgezet in acht nemen.  
 Binnen de EU bestaat een opsporings-, meldings- en beheersingsverplichting. Na constatering van ringrot op een perceel mag hierop drie tot vier jaar geen aardappel meer worden geteeld, afhankelijk van andere maatregelen die worden genomen.  
 In Nederland worden m.i.v. september 2000 alle partijen pootgoed integraal getoetst op ringrot. Aangetaste partijen worden vernietigd en andere partijen van hetzelfde bedrijf worden voor afzet streng gecontroleerd.

**Toevoeging:**

In voorjaar 1999 is in Nederland, vlak bij de Duitse grens, voor het eerst ringrot aangetroffen. In onze omgeving is ringrot naast het genoemde Duitsland en Nederland ook gevonden in België, Tsjechië, Denemarken, Finland, Noorwegen, Polen, Rusland, Slowakije, Spanje, Zweden, Oekraïne en Algerije.

De ziekte kan directe schade veroorzaken door opbrengst en bewaarverliezen maar ook door afkeuring van partijen, door verlies van exportmarkten en door verkleining van exportkansen naar nieuwe markten.

De optimale temperatuur voor symptoomontwikkeling ligt voor ringrot rond de twintig graden en bij lage temperaturen kan de ziekte latent aanwezig zijn.

Op enige punten verschilt ringrot nogal van bruinrot dat door een andere bacterie (*Ralstonia solanacearum*) wordt veroorzaakt. Zo overleeft bruinrot prima in water en ringrot niet. In de grond overleeft ringrot alleen bij lage temperaturen een zekere tijd, terwijl bruinrotbacteriën juist langer bij hogere temperaturen overleven. Daarom komt bruinrot vooral in warmere landen en ringrot vooral in koelere landen voor.

• Bruinrot of slijmziekte (*Ralstonia solanacearum*)

Brown rot/Bacterial wilt; Schleimkrankheit; Bactériose vasculaire.

a. Symptomen: *Loof*

De aantasting begint vaak met een plotselinge verwelking van het blad, zonder dat nog verkleuring plaats vindt, op warme tijdstippen van de dag. Bij deze beginnende aantasting kan de bladsteel stijf neerwaarts gebogen staan (epinastie). De bladrand is enigszins gekruld en in een wat later stadium is het blad soms geelachtig verkleurd. De plant kan zich herstellen als de temperatuur daalt. Bij aanhoudend hoge temperaturen ( $> 20^{\circ}\text{C}$ ) verwelkt het blad en later de gehele plant totaal. Hierbij zijn de stengels glazig en vallen tenslotte om. Als de stengels aan de basis worden aangesneden komt er bacterieslijm uit het verwoeste vaatweefsel. Bruinrot kan tot grote opbrengstderving leiden.

*Knol*

De symptomen in de knollen hebben veel overeenkomst met de door ringrot veroorzaakte verschijnselen; men spreekt daarom ook wel van *pseudo-ringrot*.

Na doorsnijden van aangetaste knollen ontstaan op de duidelijk bruingekleurde vaatbundelring parelachtige slijmklompjes, de zogenoemde slijmpareltjes. Dit is kleverig bacterieslijm. Een ander kenmerk van bruinrot zijn de vuile ogen. Omdat de ogen een verbinding hebben met de vaatbundels waarin het bacterieslijm ontstaat kan hier de kleverige substantie naar buiten komen en kan er op die plek grond aan de knollen plakken.

Sterk aangetaste knollen kunnen snel weggroten. Licht aangetaste knollen kunnen bij een koele bewaring gemakkelijk tot het voorjaar meegaan. Ze vertonen geen opvallende uitwendige symptomen en kunnen hierdoor onopgemerkt blijven en als pootgoed, de belangrijkste besmettingsbron van deze ziekte, worden gebruikt.

- b. Verspreiding: Via pootgoed, machines, beregening en waardplanten. Via bijvoorbeeld besproeiing kunnen ook latent besmette planten ontstaan. Latent besmette planten produceren dochterknollen die in verschillende mate besmet kunnen zijn met lage tot hoge bacterie-aantallen. Als de besmetting aan deze knollen niet zichtbaar is leidt dit na bewaring en uitpoten tot

niet opgemerkte besmette dochterplanten die op hun beurt de bacterie weer verspreiden. Ook met machines, fust en grond kunnen de bacteriën versleept worden. Bij temperaturen tussen de 12 en 28°C kunnen bruinrotbacteriën enkele maanden in de grond overleven. In diepere lagen (50 tot 70 cm diep) zelfs langer. Uit onderzoek van de PD is inmiddels ook bekend dat de bruinrotbacterie in de zomermaanden, na stijging van de watertemperatuur tot ca. 15°C, regelmatig in een aantal Nederlandse binnenwateren wordt aangetroffen. Beregenen/besproeien is dus eigenlijk spelen met vuur. Daarnaast zijn er inmiddels, naast de aardappel en aardappelopslag, nog wat andere waardplanten voor deze bacterie bekend geworden. Genoemd kunnen worden het aan de waterkant groeiende bitterzoet, een akkeronkruid als zwarte nachtschade en ook andere onkruiden als reigersbek, herderstasje en de grote brandnetel schijnen als waardplant te kunnen fungeren. Ook de tomaat en aubergine en een sierteeltgewas als *Pelargonium zonale* worden als waardplanten aangemerkt.

- c. Bestrijding: Gezond (getoetst) pootgoed gebruiken, niet beregenen en bedrijfshygiëne nauwgezet in acht nemen.  
Met ingang van 2005 wordt voor de pootgoedteelt een beregeningsverbod met oppervlaktewater van kracht.

#### **Aanvulling:**

Bruinrot is een quarantaine ziekte. Dat betekent dat de bestrijding is gericht op volledige uitbanning van deze ziekte. Hiervoor zijn een aantal maatregelen genomen. In Nederland moet bij een besmetting de partij worden vernietigd en mag het besmette perceel vijf jaar lang niet beteeld worden met aardappelen. De eerste drie jaar mag er alleen maar gras groeien (dit gewas breekt de bruinrot bacterie snel af). Na drie jaar mag een dergelijk perceel weer beteeld worden m.u.v. aardappelen, dit gewas mag pas weer vijf jaar na het eerste teeltverbod worden gezet. Op een bedrijf waar een besmetting op een perceel wordt geconstateerd krijgen partijen van andere percelen de status 'waarschijnlijk besmet'. Deze mogen dan alleen als consumptieaardappelen of voor industriële verwerking afgezet worden.

Verder is het zo dat alle pootgoed partijen in Nederland integraal worden getoetst op besmetting met bruinrot en ringrot. De bestaande methode hiervoor is weliswaar in de praktijk gevoelig en robuust gebleken maar is wel behoorlijk arbeidsintensief. Het PRI (IdQ BV) en de PD hebben een nieuwe methode ontwikkeld voor een snellere en meer eenvoudige detectie. De nieuwe methode, AmpliDet RNA, is gebaseerd op detectie van stukjes RNA en ziet er veel belovend uit. Als deze methodiek ook in vervolgstudies (waaronder een EU-ringon-

derzoek door de PD) volledig betrouwbaar blijft dan kan de nieuwe methode een grote meerwaarde geven, omdat hiermee dan een bruinrot toets al in ca. twee dagen volledig afgerond kan worden..

Verder wordt de bestrijding van bruinrot via o.a. eenvoudige cultuurmaatregelen onderzocht in het kader van een project (FATE) gefinancierd door de Europese Unie en gecoördineerd vanuit Plant Research International te Wageningen.

## VII. AANTASTINGEN DOOR AALTJES

### • Aardappelcyste-aaltje (*Globodera rostochiensis* en *Globodera pallida*)

Potato cyst eelworm; Kartoffelnematode; Nématode doré de la pomme de terre.

- a. Symptomen: *Aantastingsbeeld*  
 In het veld uit de eerste schade zich in de vorm van kleine plekken met in groei achterblijvende planten 'valplekken'. Deze plekken zijn vaak scherp begrensd en variëren in grootte van enkele planten in een rij tot plekken van vele vierkante meters.  
 Aangetaste planten zijn donkerder van kleur en de bloei is verlaat. Het wortelstelsel is bossig doordat aangetaste wortels extra vertakken. Bij ernstige aantasting is het wortelstelsel sterk gereduceerd.  
 De schade die bij een bepaalde besmetting ontstaat is ras afhankelijk, maar kan bij zware besmetting wel 50% of meer van de opbrengst bedragen. Echter niet alleen de opbrengst loopt terug maar ook de sortering is ongunstiger doordat de knollen kleiner blijven.
- b. Verspreiding: Met aan knollen hechtende grond, met op besmette grond gegroeid ander voortplantingsmateriaal waarmee grond wordt overgebracht (bijv. stekbieten), door de wind (stuiven) en met werktuigen. Kortom op alle manieren waarbij grond wordt verplaatst.
- c. Bestrijding: Om aardappelmoetheid te beheersen, is een juiste rassenkeuze nodig. Dit kan door:
- Het besmettingsniveau van het aardappelcysteaaltje te bepalen vóór de teelt van aardappelen.
  - De soort van het aardappelcysteaaltje te bepalen. Soms wordt na de teelt van resistente rassen duidelijk om welke soort het kan gaan. Het kan voorkomen dat een mengbesmetting van *G. Pallida* en *G. Rostochiensis* voorkomt. Dit kan worden vastgesteld d.m.v. aaltjessoorten onderzoek.
  - Een ras te kiezen dat resistent is tegen de voorkomende soorten (zie rassenlijst). Zo kan besmetting met AM worden teruggedrongen of uitbreiding worden beperkt.
  - Afhankelijk van de besmettingsgraad kan het noodzakelijk zijn

om ter bestrijding een granulaatbehandeling uit te voeren of de bouwvoor te ontsmetten met Monam.

- Secuur de hand houden aan opslagbestrijding en een goede bedrijfshygiëne.
- Inzet van een lok- of vanggewas, bijv. raketblad (*Solanum Sisymbriifolium*). Van raketblad zijn inmiddels rassen ontwikkeld die een sterke werking hebben aardappelcysten-aaltjes

Vang- of lokgewassen produceren stoffen die larven van het aardappelcysteaaltje uit de cysten lokken. Een resistent lokgewas zorgt ervoor dat de aaltjes zich niet kunnen vermeerderen, waardoor de bodembesmetting daalt.

### ***Toevoeging***

Najaar 2008 komt er een nieuwe versie van een beslissingondersteunend computerprogramma 'NemaDicide' uit, de 1.5 versie. NemaDicide is een computerprogramma dat door telers en teeltadviseurs kan worden gebruikt/geraadpleegd om o.a. de juiste aardappelrassen en vruchtwisseling te kiezen. De nieuwste versie (1.5) houdt nu ook rekening met andere soorten aaltjes zoals het wortellessieaaltje, wortelknobbelaaltjes en vrijlevende aaltjes. Verder rekent dit nieuwe programma met de gevolgen van teeltduur en het verbouwen van een vanggewas. Meer bijzonderheden zijn te vinden op de website: [www.NemaDicide.com](http://www.NemaDicide.com).

### ***Nadere toelichting op aardappelcysteaaltjes:***

Aardappelmoeheid (Am) wordt veroorzaakt door het aardappelcysteaaltje, dat bestaat uit twee soorten: het gele aardappelcysteaaltje *Globodera rostochiensis* (Ro) en het witte aardappelcysteaaltje *Globodera pallida* (Pa). Binnen deze twee soorten komen verschillende pathotypen voor.

Een aardappelras dat AM-resistent is, is in staat de besmetting op een perceel te verlagen. Een resistent ras wordt even goed aangetrokken door aardappelcystenalen als een vatbaar ras. Het verschil is dat er bij een vatbaar ras veel cysten worden gevormd en bij een resistent ras weinig tot geen. In een cyste worden eieren en larven van het aardappelcysteaaltje gevormd die in een volgende aardappelteelt weer voor problemen kunnen zorgen. Omdat op resistente rassen geen of weinig cysten worden gevormd, is AM-schade dus niet altijd te herkennen aan het wel of niet voorkomen van cysten op de wortels. AM-resistentie is dus de mogelijkheid om een aardappelcystenpopulatie te verlagen.

Zowel een resistent als een vatbaar ras wordt aangetrokken door aardappelcystenalen. Een aardappelplant heeft last van dit aanpakken. Het ene ras heeft echter meer last van dit aanpakken dan een ander ras. Een ras nu dat weinig hinder ondervindt van dit aanpakken noemen we *tolerant*. Een ras dat er veel

last van heeft, noemen we gevoelig. *Tolerantie zegt iets over hoe goed een ras tegen een aardappelmoeheidsbesmetting kan.*

Om aardappelmoeheid te beheersen is het gebruik van resistente rassen erg belangrijk. Om de schade door AM te beheersen is tolerantie cruciaal. De tolerantie is belangrijker naarmate de besmettingen hoger zijn. De beste resultaten zijn te verwachten als kan worden beschikt over rassen die zowel tolerant als resistent zijn. Dergelijke rassen brengen het besmettingsniveau van de grond sterk naar beneden zonder bij hogere besmettingsniveau's schade te onder- vinden.

Een goede beheersing van AM m.b.v. rassen is echter lastig omdat er verschillende typen aardappelcystenaaltjes zijn. Dit noemen we pathotypen of biotypen. Zoals reeds hiervoor opgemerkt zijn er twee groepen: *Globodera rostochiensis* (Ro) en *Globodera pallida* (Pa).

Binnen deze groepen kennen we in Nederland de pathotypen Ro1 (A), Ro2 (B), Ro3 (C), Pa2 (D) en Pa3 (E).

In het aardappelzetmeelgebied hebben we voornamelijk te maken met Pa2 en Pa3 (D en E). De huidige zetmeelrassen beschikken vaak over resistenties tegen meerdere pathotypen, maar relatief weinig zetmeelrassen beschikken over resistentie tegen alle in Nederland voorkomende pathotypen (ABCDE). Veel rassen missen dus (gedeeltelijk) resistentie tegen één of enkele pathotypen. Voor een goede rassenkeuze is het dus belangrijk te weten welk pathotype(n) voorkomt in een perceel.

In de rassenlijst wordt een indeling van AM-resistentiegroepen op basis van Relatieve Vatbaarheden (RV) gegeven. Hierbij wordt, uitgaande van een zeer lage beginpopulatie, de maximale vermeerdering van een te toetsen ras vergeleken met de maximale vermeerdering onder een volledig vatbaar standaard ras. De RV wordt bij een lage aaltjes besmetting vastgesteld omdat dan een maximale vermeerdering van het aardappelcysteaaltje mogelijk is. De RV wordt uitgedrukt in de vorm van een percentage.

$$\text{Relatieve Vatbaarheid} = \frac{\text{maximale vermeerdering onder resistent ras}}{\text{maximale vermeerdering onder vatbaar ras}} \times 100\%$$

De RV kan worden gebruikt om te bepalen welke rassen in aanmerking komen voor de teelt, gegeven een bepaalde populatie dichtheid. Door rassen met lage RV's in te zetten zal de omvang van de populaties langzamer toenemen en op lagere niveau's eindigen dan bij de teelt van vatbare rassen. Bij een volgende teelt is er dan minder kans op schade.

De Europese klassenindeling is gebaseerd op relatieve vatbaarheden.

***De oude klassenindeling. Gebaseerd op HR, R, LV en V, vergeleken met de nieuwe Europese klassenindeling gebaseerd op van Relatieve Vatbaarheden***

Resistentiegroep	Relatieve vatbaarheid RV in (%)	Klassenindeling
HR = Hoog Resistent	0.0 – 0.5	9
R = Resistent*	0.6 – 1.0	9
R „	1.1 – 1.6	8
LV = Licht Vatbaar	1.7 – 3.0	8
LV „	3.1 – 5.0	7
LV „	5.1 – 9.0	6
V = Vatbaar	9.1 – 10.0	6
V „	10.1 – 15.0	5
V	15.1 – 25.0	4
V	25.1 – 50.0	3
V	50.1 – 100.0	2
V	meer dan 100	1

\* sinds 1994 worden in de EU de rassen die voorheen als weinig vatbaar werden beschouwd, ook tot de resistente rassen gerekend.

***Regelgeving voor de bestrijding van aardappelmoeheid***

Sinds 2005 is het EU-beleid voor de aanpak van AM aangescherpt. De toetreding van tien nieuwe lidstaten in dat jaar was hiervoor de directe aanleiding. Onder het nieuwe beleid valt een intensiever grondonderzoek, 3 x de omvang van wat het voorheen was. Daarmee is de kans om iets te vinden sterk toegenomen.

Daarnaast is in het nieuwe beleid de bufferstrook rondom een AM-besmetting groter geworden, i.p.v. 6 m kan deze afhankelijk van de zwaarte van de besmetting oplopen tot 45 m.

Herbemonstering van een besmet perceel is pas na zes jaar mogelijk. Alleen als een teler bestrijdingsmaatregelen heeft toegepast geldt een termijn van drie jaar.

Als dus door officieel onderzoek aardappelmoeheid is vastgesteld legt de PD een officiële besmetverklaring op. Deze regeling heeft betrekking op percelen voor voortkwekingsmateriaal: pootaardappelen, bloembollen, boomkwekerijproducten en dergelijke. Genoemde producten kunnen allemaal aardappelmoeheid verspreiden. Daarom is grondonderzoek voorafgaand aan deze teelten verplicht



De beheersing van de aaltjespopulatie zal de komende jaren voor aardappeltelend Nederland een steeds grotere prioriteit krijgen omdat de Europese regelgeving verder is aangescherpt. Naar verwachting zal per juli 2010 de nieuwe AM-bestrijdingsrichtlijn van de EU van kracht worden.

Om hier tijdig op in te spelen loopt er inmiddels een actieplan (bodem)aaltjes-beheersing. Dit plan wordt gedragen door de hele plantaardige sector die in de vollegrond teelt. Ook de handel en de verwerking hebben zich er bij aangesloten. Dit masterplan heeft als belangrijkste doel de continuïteit van teelten te waarborgen door problemen met aaltjes beheersbaar te maken en omvat zaken als preventie, opsporing en onderzoek.

• **Stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*)**

**Stem eelworm; Stengelälchen; Nématode de la tige.**

a. Symptomen: *Loof*

De symptomen in het loof kenmerken zich door verkorting en verdikking van de internodiën en misvorming van stengels en bladeren. Typisch daarbij is het kroezig uiterlijk van de blaadjes en misvorming (knikken) van de hoofdnerf. Bij ernstige aantasting kan verwelking en later verdorring optreden. De betrokken stengels zijn vaak hol.

*Knol*

Deze aaltjes penetreren de knol via lenticellen en huidmondjes en kunnen daarin diep doordringen. Aantasting van de knol uit zich in grijs-bruine ingezonken plekje op de schil met een papierachtige huid die talrijke scheurtjes kan vertonen. De aangetaste plekken kunnen uitgroeien tot een bruinkorrelig rot dat vrij diep in de knol kan doordringen. De scheiding tussen gezond en ziek weefsel verloopt geleidelijk. Het grensgebied, waarin zich de meeste aaltjes bevinden, is meestal wat lichter van kleur.

- b. Verspreiding: Via pootgoed en grond. De aaltjes blijven gedeeltelijk in de grond achter en kunnen daar meerdere jaren in leven blijven. De ziekteverschijnselen zijn meestal omstreeks juni in het loof waar te nemen. Een pleksgewijs voorkomen van zieke planten wijst op een besmetting van de grond; het verspreid voorkomen van zieke planten, op besmet pootgoed.

Het stengelaaltje komt zowel voor in zavel- en kleigronden, vaak in samenhang met de teelt van uien, als in zand- en dalgronden.

- c. Bestrijding: Ruime vruchtwisseling met niet-waardplanten en aaltjesvrij pootgoed gebruiken. Van het stengelaaltje komen meerdere rassen voor. Rassen die aardappelen aantasten kunnen zich ook vermeerderen op uien, rogge, erwten en veldbonen. Bij veel peen en uien in het bouwplan neemt de kans op de aanwezigheid van stengelaaltjes toe.

• **Destructor-aaltje (*Ditylenchus destructor*)**

**Potato tuber eelworm; Aelchenkrätze; Maladie vermiculaire.**

- a. Symptomen: *Loof*  
Dit aaltje is weliswaar enigszins verwant aan het stengelaaltje maar veroorzaakt geen opvallende bovengrondse symptomen.

*Knol*

De aantasting is moeilijk te onderscheiden van die van het stengelaaltje (moet meestal via lab. onderzoek worden vastgesteld). Meestal dringen de destructor-aaltjes oppervlakkiger en op iedere willekeurige plaats, in de knollen (niet dieper dan de vaatbundelring). Het doet enigszins aan *Phytophthora* denken. Onder de schil ontstaan grijze plekkjes die uitgroeien tot grijze holten en gangen. Daarna gaat de aantasting over in donkerbruine tot zwarte natrotplekken. De schil wordt perkamentachtig, verschrompeld en scheurt. In het aangetaste weefsel zijn witte kalkachtige stipjes zichtbaar waarin vele levende alen aanwezig zijn.

De aantasting wordt meestal pas opgemerkt bij het rooien, of zelfs nog later.

De ergste schade treedt tijdens de bewaring op, als er niet gekoeld wordt. In het verleden veroorzaakte het destructoraaltje veel schade in aardappelen die in kuilen werden bewaard, met name in de Veenkoloniën. Dit aaltje werd daarom ook wel het 'Veenkoloniale aardappelaaltje' genoemd.

Doordat deze aaltjes het enzym amylase produceren, waardoor zetmeel wordt omgezet in suiker, bevorderen ze de ontwikkeling van natrotbacteriën. Hierdoor gaat het door het aaltje veroorzaakte droogrot meestal over in natrot.

- b. Verspreiding: Zie stengelaaltje. Wat vatbaarheid betreft bestaan er rasverschillen.
- c. Bestrijding: Aaltjesvrij pootgoed gebruiken, minder vatbare rassen verbouwen en een effectieve onkruidbestrijding toepassen. Dit aaltje heeft een zeer uitgebreide waardplantenreeks waaronder groenbemesters als rode klaver, vele onkruiden en veel voorkomende bodemschimmels (o.a. *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Botrytis sp.* en *Phoma sp.*). Daarom is dit polyfage aaltje moeilijk met vruchtwisseling te bestrijden. Een van de weinige afdoende maatregelen is het telen van granen en mais, gecombineerd met een volledige onkruidbestrijding.

• Vrijlevende wortelaaltje (*Trichodorus spp.*, en *Paratrichodorus spp.*)

**Lesion nematodes; Freilebende Nematoden; Nematode des lesions de racines**

- a. Symptomen: Dit aaltje veroorzaakt plekken in het gewas die sterk aan aardappelmoeheid doen denken. In een besmet perceel zijn reeds spoedig na opkomst in groei achterblijvende plekken waar te nemen. De planten blijven daar klein en armoedig, hebben een doffe kleur en een verlate bloei. Aan de wortels zijn geen cysten of knobbeltjes te vinden. Wel zijn vaak de wortelpunten bruin verkleurd en is het wortelstelsel bossig. Trichodoride-aaltjes richten in aardappelen, bieten, uien en witlof directe schade aan doordat ze de hoofdwortels aantasten. ***Daarnaast brengen deze aaltjes tabaksratel- virus over in aardappelen waardoor, afhankelijk van het aardappelras, stengelbont in het loof en/of kringrigheid in de knol kan ontstaan.***
- b. Verspreiding: Van de vele geslachten vrijlevende wortelaaltjes zijn voor het aardappelgewas met name de Trichodoride aaltjes van belang. Hiertoe behoren o.a. *Trichodorus primitivus* en *Trichodorus similis* en *Paratrichodorus pachydermus*, *Paratrichodorus virulifeus* en *Paratrichodorus teres*. Het zijn strikt ectoparasitair levende aaltjessoorten, waarvan de hele levenscyclus van ei tot volwassen aaltje zich in de grond voltrekt. Verspreiding vindt dan ook plaats via grond. Hun voorkomen beperkt zich vaak tot lichtere grondsoorten (zand- zavel- en dalgronden en kleigronden tot 25% afslib-

baar). Daar sommige soorten in onder de bouwvoor gelegen zandafzettingen voorkomen kan ook op zwaardere kleigrond schade door deze aaltjes ontstaan.

De problematiek van vrijlevende alen neemt de laatste jaren toe, doordat er minder gebruik van natte grondontsmetting kan worden gemaakt.

Het *Trichodorus*aaltje rukt steeds meer op, geschat wordt dat het op meer dan 60 % van de gronden voorkomt.

- c. Bestrijding: Gezien de zeer uitgebreide waardplantenreeks draagt vruchtwisseling niet bij aan de beheersing van deze aaltjessoorten. Wel heeft een strikte en effectieve onkruidbestrijding zin. Verder is gebleken dat deze aaltjessoorten zeer gevoelig zijn voor grondverzet (ploegen, frezen, etc.). Uit onderzoek is gebleken dat de schade door deze aaltjes kan worden beperkt met een combinatie van maatregelen: Als groenbemester wordt bladramanas aanbevolen. Dit gewas onderdrukt niet alleen de aaltjes maar ook het tabaksratelvirus. *Tagetes* (afrikaantje) heeft ook een goede remmende werking op de vermeerdering van het vrijlevende wortelaaltje. Daarnaast geeft extra organische stof in de toplaag (o.a. droge kippenmest) een verminderde kans op schade. Uit het onderzoek bleek ook dat alleen een goede groenbemester en extra organische stof niet afdoende zijn. Daarvoor is een aanvullende natte grondontsmetting nodig. Toepassing van een granulaat als ethoprofos (Mocap) geeft slechts een tijdelijk effect.

#### • Noordelijk wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*)

#### Root-knot nematodes; Wurzelgallenälchen; Nodosite des racines.

- a. Symptomen: Aangetaste planten blijven achter in groei en ontwikkeling en verwelken op warme dagen gemakkelijk, wat aanvankelijk omkeerbaar is. Kenmerkend voor deze aaltjes is dat ze voornamelijk op zijwortels parasiteren en daar kleine wortelknobbeltjes (galletjes) vormen waaruit weer een aantal bijwortels groeien (spinvorming). Bij aardappelen kunnen de aaltjes zich ook op stolonen en knollen ontwikkelen. Hierop ontstaan echter geen knobbels of gallen maar de vrouwtjes zitten net onder de epidermes, waarbij de eierzak gedeeltelijk naar buiten steekt.

Het omliggende schorsweefsel verkleurt daarbij, zodat op doorsnede zichtbare gelige tot lichtbruine vlekjes ontstaan waarin zich de volwassen vrouwtjes met eierproppen bevinden. De vrouwtjes produceren namelijk 200 tot 500 eieren die buiten het lichaam in een gelatineachtige massa worden afgezet, de eierprop. Als de eierproppen loslaten blijven in het oppervlak van stoloon en knol kleine kratertjes achter.

- b. Verspreiding: Deze aaltjes komen, zoals de naam reeds aangeeft, voornamelijk in Noord Nederland voor in lichte gronden zoals verschraalde dal- en zandgronden en in lichte zavel. Er zijn veel waardplanten waarop deze aaltjes goed gedijen zoals aardappelen, schorseneren, erwten, veldbonen, lucerne, rode en witte klaver, witlof en vele dicotyle onkruiden. Ze kunnen gemakkelijk met beworteld plantmateriaal worden overgebracht, doch gaan *niet* met poters over. Tot de 'niet waardplanten' behoren granen, grassen aardperen en asperges.
- c. Bestrijding: Minder gevoelige rassen telen. Vruchtwisseling met granen en grassen (inclusief mais) en intensieve onkruidbestrijding toepassen. Chemische grondontsmetting, zoals tegen aardappelmoehheid, werkt wel goed maar de inzet hiervan wordt meer en meer beperkt. Biologische bestrijding kan mogelijk in de toekomst tot de mogelijkheden gaan behoren. Onderzoek in Wageningen heeft aangetoond dat er een schimmel (*Arthrobotrys oligospora*) is die de wortelknobbelaaltjes vangt met behulp van kleefdraden. Deze schimmel blijkt niet kieskeurig te zijn, hij vangt de nematoden onafhankelijk van temperatuur, voeding en leeftijd. Er vindt aanvullend onderzoek plaats gericht op de vertaalslag naar de praktijk.

• **Maiswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi* en *fallax*)**

**Root-knot nematode; Wurzelgallenälchen; Nodosite des racines.**

- a. Symptomen: Deze aaltjes worden vooral aangetroffen op percelen met zand en lichte zavelgrond in het Zuiden en Midden van Nederland, maar ook in lichte plekken van zogenoemde bonte percelen in de kleistreken. Inmiddels zijn deze aaltjes ook

gesignaleerd in Noordwest Nederland, in de Noordoostpolder en in Drente. Het is een toenemend probleem.

Het gewas blijft pleksgewijs achter in groei en kan in de begingroei wegval van planten geven, ook treedt verlate bloei op. De wortels vertonen veel kleine knobbels. Zwaar aange-taste wortels vertonen kleine, enigszins langwerpige knots-vormige wortelknobbeltjes en hebben geen zijwortels.

Kenmerkende symptomen voor de knol zijn de necrotische plekjes in de schorscellen (tussen schil en vaatbundelring) en de gallen (pukkels) waarin zich de aaltjes en eieren bevinden. De gallen ontstaan meestal pas tijdens de bewaring.

De schade aan de knollen is van kwalitatieve en kwantita-tieve aard. De verwerkende industrie moet deze aardappelen dieper schillen om de gallen, waarin de eitjes en aaltjes zich bevinden, te verwijderen.

- b. Verspreiding: Het maiswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*) is een van de lastigste aaltjessoorten. Het heeft een brede waard-plantenreeks en kan zich vanuit een minimale besmetting snel, in een seizoen, vermeerderen tot een schadelijk niveau. Bovendien moet uitgangsmateriaal volgens de Europese fytosanitaire richtlijn absoluut vrij zijn van dit aaltje. Is een perceel besmet dan kunnen daarop geen pootaardappelen meer worden geteeld. *Meloidogyne chitwoodi* komt het meest voor in het Zuidoostelijk zandgebied en het TBM-gebied. In de Wieringermeer, West-Friesland, het Noordelijk kleigebied en Zeeland komen incidenteel besmettingen voor.

De aaltjes blijven in de grond achter en tasten behalve aard-appelgewassen ook suikerbieten, schorseneren, erwten, bo-nen, penen, witlof, grassen (vooral Italiaans raaigras) en graangewassen als tarwe, gerst en haver en onkruiden aan. Deze aaltjes zijn weinig koudegevoelig, mobiel tot zeker 1.80 m onder het maaiveld, niet werkzaam beneden 5°C en kun-nen bij lage populaties toch grote schade veroorzaken. Het aaltje verspreidt zich via besmette grond en besmet plant-materiaal. De moeilijkheid bij poters is dat het vaak symp-toomloos is. Zelfs bij hoge populatie blijft het pootgoed meestal symptoomloos, maar zitten wel vol met vrouwtjes en eieren. Dat komt omdat pootgoed een vrij kort groeiseizoen heeft, waardoor de binnengedrongen aaltjes nog geen tijd hebben gehad om symptomen te veroorzaken.

Wind en dieren, vooral gevleugelde, kunnen deze aaltjes ook over brengen.

Hygiëne is zeer belangrijk, schone machines evenals het schoonmaken ervan voor ze op een ander perceel ingezet worden.

- c. Bestrijding: Vruchtwisseling biedt niet zoveel perspectief gezien het kleine aantal slechte-waardgewassen en hun beperkte inzetbaarheid. Uit vrij recent onderzoek is echter wel gebleken dat biologische grondontsmetting met zomertarwe of gras, als bron voor de benodigde organische stof, een goed resultaat gaf m.b.t. het reduceren van de *M. chitwoodi*-aantasting. Wat betreft de gevoeligheid voor deze alen zijn er wel rasverschillen. Zo zal men in het ras Donald niet snel een aantasting zien, terwijl Asterix, Hansa en Elles juist gevoelig zijn.
- Braaklegging is wel effectief tegen verdere vermeerdering van deze aaltjes mits de grond in die periode goed zwart wordt gehouden (zwarte braak).
- Bladrammenas (met name de rassen Defender en Terra nova) is geen of een hele slechte waard voor *M. chitwoodi* en *M. fallax*. Door de teelt van genoemde rassen bladrammenas kan de populatie van deze aaltjes vrijwel evenveel afnemen als door braakleggen van een perceel. Ook de teelt van stamslabonen als hoofdteelt kan een zelfde effect hebben als zwarte braak. Verder is nog bekend dat raketblad ook een bepaalde rem op de ontwikkeling van *M. chitwoodi* en *M. fallax* kan geven.
- Maiswortelknobbelaaltjes zijn zeer gevoelig voor grondbehandelingen met zowel vluchtige als niet-vluchtige nematociden. Wanneer schade niet door gewas- en/of raskeuze kan worden voorkomen kunnen deze middelen in beperkte mate corrigerend worden ingezet.
- Bedrijfshygiëne, o.a. in de gaten houden waar het plantmateriaal vandaan komt en geen vreemde grond op het bedrijf binnenhalen, is zeer belangrijk.
- Met een biotoets kunnen akkerbouwers zelf bepalen of een perceel besmet is. Door op grond van het perceel sla te kweken en na zes weken de wortels schoon te spoelen en te beoordelen kan een besmetting worden geconstateerd. Vooral op het sla ras 'Norden' zijn de knobbels goed waar te nemen.

**Toevoeging:**

Per 1 mei 1998 hebben *Meloidogyne chitwoodi* en *Meloidogyne fallax* een quarantaine-status gekregen.

De opmars die met name *M. chitwoodi* inmiddels in ons land heeft gemaakt vormt een bedreiging voor de Nederlandse pootgoedteelt.

Het is heel lastig om verschillende wortelknobbelaaltjes via microscopisch onderzoek van elkaar te onderscheiden, omdat de uiterlijke verschillen tussen de soorten erg klein zijn. Sinds februari 2008 beschikt het Blgg over een DNA techniek voor het detecteren van wortelknobbelaaltjes. Ze kunnen hiermee vijf koudeminnende *Meloidogyne* soorten tellen en onderscheiden te weten:

*M. chitwoodi*, *M. fallax*, *M. minor*, *M. hapla* en *M. naasi*.

Naast vaststellen welke soorten wortelknobbelaaltjes in een grondmonster aanwezig zijn, is het dankzij het DNA onderzoek nu ook mogelijk om meer grond in onderzoek te nemen waardoor de opsporing van wortelknobbelaaltjes sterk verbetert.

Vanaf 2008 voert de PD een nieuw beleid bij het afbakenen van aangewezen besmettingsgebieden. Deze nieuwe manier wordt toegepast voor alle officiële vondsten vanaf 2003. Volgens het nieuwe beleid wordt een gebied afgebakend met een straal van minimaal één kilometer afstand tot de vindplaats. De PD hanteert hierbij geografisch goed identificeerbare grenzen zoals bijvoorbeeld sloten en wegen. De straal van een kilometer wordt gehanteerd omdat de meeste verspreiding via machines en wind gaat over een beperkte afstand

• **Wortellesie-aaltje (*Pratylenchus penetrans*)**

- a. Symptomen: Symptomen zijn in vroege stadia van de aantasting vooral zichtbaar aan de wortels. Deze vertonen aanvankelijk oppervlakkige necrose in de vorm van bruine vlekjes. Later kunnen de aangetaste worteldelen geheel verrotten. Als reactie van de plant hierop worden nieuwe zijwortels gevormd waardoor het wortelstelsel een bossig uiterlijk krijgt. Bovengrondse symptomen zijn het aanvankelijk achterblijven in groei gevolgd door verdorren en een vervroegd afsterven. Deze aantasting komt vaak pleksgewijs in het veld voor. Behalve op wortels kunnen ook symptomen voorkomen op stolonen en knollen die lijken op die van de wortelaantasting. De knolsymptomen tonen overeenkomst met een lichte vorm van oppervlakkige gewone schurft.
- b. Verspreiding: *Pratylenchus* komt meestal voor samen met andere aaltjes soorten. Hoe deze elkaar beïnvloeden en wat het effect is voor de opbouw van besmettingen wordt nader onderzocht.



Wortellesie-aaltjes komen wijd verbreid voor op lichtere grondsoorten (zand- en dalgronden, veengronden en lichte zavelgronden) in alle teeltgebieden met een gematigd klimaat. Ze hebben ook een uitgebreide waardplantenreeks bij zowel akkerbouwmatic geteelde gewassen als bij onkruiden. Deze aaltjes kunnen in alle levensstadia, van ei tot volwassen, zowel vrij in de grond als in aangetaste plantenweefsels en in gewasresten overwinteren. Bovendien kan het volwassen aaltje in droge grond in een ruststadium overgaan en langdurig overleven.

Aantastingen door *Pratylenchus* soorten kunnen invalspoor-ten vormen voor schimmels als *Rhizoctonia solani*, *Verticillium* en *Fusarium*.

- c. Bestrijding: Een effectieve onkruidbestrijding, zowel tijdens als na het groeiseizoen.
- Als gevolg van de zeer uitgebreide waardplantenreeks is het niet eenvoudig d.m.v. vruchtwisseling het wortellesie-aaltje op een laag niveau te houden. De belangrijkste niet-waardplant is de biet. Onder dit gewas daalt de populatie zelfs meestal sneller dan tijdens kale braak. Ook zomergerst en Engels raaigras, cichorei en witlof zijn slechte tot matige waardplanten.
- Zeere goede waardgewassen zijn mais, lucerne, witte klaver, rogge en hennep. Ook *Tagetes* (afrikaantje) kan als groenbemester een goed bestrijdingseffect tegen het wortellesie-aaltje geven. Ditzelfde geldt voor Japanse haver (*Avena strigosa*) een nieuwe groenbemester.
- Deze aaltjes zijn weliswaar gevoelig voor grondbehandeling met vluchtige nematiciden (fumigantia), maar gezien de beperkingen voor de toepassing van chemische middelen aan de bodem biedt dit weinig soulaas.

## VIII. AANTASTINGEN DOOR INSECTEN

### \* Aardappelstengelboorder (*Hydroecia micacea*)

#### Potato stem borer

- a. Symptomen: *Loof*  
 Aangetaste stengels verwelken doordat de rups de stengel inwendig opvreet, waardoor de watertoevoer stagneert. De volwassen rups verlaat de stengel door er een rond gat in te vreten. Dit gat en de uitgeholde stengel met daarin resten van uitwerpselen van de rups zijn duidelijke aanwijzingen naar de veroorzaker van de schade. De aardappelstengelboorder kan op alle grondsoorten voorkomen, maar wordt het meest aangetroffen op de noordoostelijke zand- en dalgronden.
- b. Verspreiding: Het bruinrode uiltje vliegt in augustus/september en zet de half-kogelvormige, witgele, later rode eitjes af in ruigte langs slootkanten en vervuilde percelen. *Hydroecia micacea* overwintert als ei. De vleeskleurige tot rood-achtige rupsen verschijnen eind april/mei en worden tot 4 cm lang. Ze verplaatsen zich naar planten van kruidachtige gewassen en boren zich de stengels binnen. Eind juni/begin juli, als ze hun verwoestende werk hebben gedaan, vreet de rups een rond gat in de stengel, verlaat deze en verpopt zich in de grond. Het popstadium duurt ca. een maand. Met het verschijnen van de vlinders (uiltjes) in augustus is de cyclus rond. De aardappelstengelboorder komt wel zeer verbreid, maar meestal weinig talrijk voor in vochtige gebieden. De schade is meestal gering. Vaak worden slechts één of enkele stengels per plant aangetast in met name de kantrijen.
- c. Bestrijding: Door de begroeiing op slootkanten kort te houden, met name in augustus en september, kan schade gedeeltelijk worden voorkomen.

• **Bladluizen** (*Myzus persicae*)

**Aphids; Blattläuse; Aphides (Pucerons)**

**Algemeen**

Bladluizen in aardappelen kunnen veel schade veroorzaken. Overdracht van Virus, maar ook zuigschade kosten doorgaans veel geld. De meest voorkomende bladluizen in aardappelen zijn: *Myzus persicae* (groene perzikluis)

*Macrosyphum euphorbiae* (aardappeltopluis)

*Aphis nasturtii* (wegedoorluis)

*Aphis frangulae* (vuilboomluis)

De eerste twee genoemde soorten zijn al jaren bekend, de laatste twee zijn van recentere datum en in de praktijk moeilijker te bestrijden.

**Groene perzikluis** (*Myzus persicae*)

De groene perzikluis is de belangrijkste. Ze overwinteren als ei op perzik en Amerikaanse vogelkers. De eieren komen in het voorjaar uit – ongevleugelde luizen – 3<sup>e</sup> generatie is gevleugeld – gaan omstreeks half mei naar de aardappelvelden – eerst weer ongevleugelde luizen, later (juli/augustus) gevleugelde. In de herfst zetten ze weer eieren af op de winterwaard (o.a. perzik).

Bij pootaardappelen kan de groene perzikluis op effectieve wijze virusziekten overbrengen zoals het aardappelbladrolvirus en verschillende stammen van de aardappelvirussen A, Y, S en M.

Naast het overbrengen van virussen kan, bij sterke bezetting, ook directe schade optreden in de vorm van zuigschade, misvorming van bladeren (toprol) en honingdauwvorming.

Zuigschade kan worden aangetroffen bij consumptie- en fabrieksaardappelen. Het toprolverschijnsel, waarbij de bladeren in de top van de plant een rolling vertonen en verkleuren komt in het midden en zuiden van ons land vaker voor dan elders.

Honingdauwvorming, bij sterke bezetting, wordt meestal op de lagere bladeren aangetroffen. Glanzende honingdauw, die later zwart verkleurt als gevolg van de werking van een schimmel (*Apiosporium*), beïnvloedt de assimilatie in ongunstige zin.

**Aardappeltopluis** (*Macrosyphum euphorbiae*)

De aardappeltopluis overwintert in Midden Europa, meestal in kassen of bij huizen en gebouwen of aan randen van percelen.

Deze bladluis moet vrijwel altijd uit een kleine restpopulatie van het voorgaande jaar een nieuwe populatie opbouwen.

De aardappeltopluis verschijnt meestal later in aardappelpercelen dan de groene perzikluis en bereikt daardoor nooit de grote populatiedichtheid ervan. In juli/

augustus gaat de populatie vaak snel achteruit, maar neemt in september soms weer aanzienlijk toe.

Op de aardappel wordt door de topluis bij voorkeur de top van de plant bezet en soms ook de bloeiwijze. Sterke aantastingen leiden niet tot bladmisvormingen. De aardappeltopluis kan de aardappelvirussen M, Y en A overbrengen en, zij het weinig efficiënt, ook het aardappelbladrolvirus.

### ***Wegedoornluis* (*Aphis nasturtii*)**

De wegedoornluis overwintert in eistadium op de wegedoorn (*Rhamnus cathartica*). De verdere ontwikkeling lijkt op die van de groene perzikluis.

De wegedoornluis bevindt zich bij voorkeur op de onderzijde van de bladeren. Bij sterke bezetting ook op de bladstelen en de bovenkant van de bladeren. De veroorzaakte schade lijkt veel op die van de groene perzikluis (enige bladmisvorming en honingdauw op de bladeren).

In bladluisjaren veroorzaakt ze, alleen al door het zuigen van sap, aanzienlijke opbrengst verliezen.

Van nog meer belang is het vermogen om virussen over te brengen. Vooral het aardappel Y-virus, maar ook de aardappelvirussen A, M en S.

### ***Vuilboomluis* (*Aphis frangulae*)**

De vuilboomluis heeft de vuilboom (*Rhamnus frangulae*) als winterwaardplant, waarop het in eistadium overwintert. Gevleugelde exemplaren verlaten in mei/begin juni de vuilboom.

De zwarte vuilboomluis is met name in Zuidwest Nederland actief en kan flinke schade aanrichten. Vooral bij droogte in de maanden augustus en september kan de populatie zich explosief uitbreiden en valt het niet mee om het een halt toe te roepen. Onder droge omstandigheden kunnen ze in één week tijd een compleet gewas slopen. Deze luis zit vaak onder in het gewas.

Met betrekking tot het overbrengen van virussen is bekend dat het aardappelvirus M, maar zeer waarschijnlijk ook Y en A, door de vuilboomluis kunnen worden overgebracht.

### **Bestrijding van bladluizen**

**Pootaardappelen:** Voor het luisvrij houden van het gewas, totdat geselecteerd kan worden, systemische insecticiden gebruiken. Om latere virusinfecties met non-persistente virussen te kunnen beperken het gewas regelmatig bespuiten met minerale oliën.

**Consumptie-aardappelen:** Bij aanwezigheid van meer dan 50 bladluizen per samengesteld blad spuiten met middelen op basis van synthetische pyrethroïden (insecticiden).

Met name voor de bestrijding van de vuilboomluis wordt geëxperimenteerd met geïntegreerde bestrijdingsmethoden. De inzet van natuurlijke vijanden als o.a.

sluipwespen en galmuggen en als de bladluispopulatie boven de schadedrempel uitstijgt corrigerend optreden met een selectief werkend chemisch middel.

Het middel 'Plenum', met als werkzame stof pymetrozine, werkt volgens fabrikant Syngenta zowel via direct contact als via opname van plantensap waarin de actieve stof is opgenomen. Hiermee wordt ook de wegedoorn- en vuilboomluis aangepakt. Bovendien spaart dit middel, aldus de fabrikant, de natuurlijke vijanden.

• **Ritnaalden ook wel koperwormen genoemd (*Agriotes spp.*)**

**Wireworm; Drahtwurm; Ver fil de fer, taupin.**

- a. Levenswijze: De ritnaald, de larve van de kniptor, is een lastig bodeminssect. Kniptorren overwinteren in de grond en komen in het voorjaar te voorschijn. De kever legt van mei t/m juli haar eitjes bij voorkeur in een vochtige ruige vegetatie. Na ongeveer vier weken verschijnen hieruit de eerste larven (ritnaalden). Het larvenstadium duurt 4 á 5 jaar. Tot in de herfst van het eerste jaar voeden ze zich met dood organisch materiaal. Pas in het voorjaar van het tweede jaar kunnen ze schade aan gaan richten aan o.a. aardappelen, mais, granen, bieten en bollen.
- b. Schadebeeld: De tot ca. 3 cm lange goudgele ritnaalden (koperkleurig, vandaar ook wel koperwormen genoemd) kunnen vreet schade aan aardappelknollen veroorzaken. Bij aanzienlijke schade vreten ze typische gangen door de knol, waardoor de kans op secundair rot toeneemt. Bij geringere schade vreten ze kleine gaatjes in de schil van de aardappel. Als de gaatjes dieper dan twee millimeter zijn geven ze problemen.
- c. Bestrijding: Een grondbehandeling met bijv. ethroprofos (Mocap) behoort tot de mogelijkheden. Deze toepassing pakt echter nogal eens teleurstellend uit, omdat de grond vochtig moet zijn voor een goede werking. PPO heeft een andere aanpak ontwikkeld, de kniptor-kit. De kniptorren worden met feromonen (vrouwelijke sexferomonen/lokstoffen) naar vallen gelokt. Daaruit wordt duidelijk wanneer de kevers gaan vliegen. Als het zover is kunnen ze

aangepakt worden met middelen als Splendid, Karate en Sumicidin Super.

Hiermee wordt voorkomen dat ze eitjes afzetten waar in vervolgteelten last van wordt ondervonden. Het is dus geen oplossing voor acute problemen, maar wel een goede aanvulling op het smalle middelenpakket.

Onderzoek heeft aangetoond dat kniptorren veel eitjes afzetten in granen, grassen, lucerne en grasklaver. Als deze gewassen als voorvrucht fungeren van aardappelen of bollen kan de alternatieve methode heel geschikt zijn.

#### • Wantsen (*Lygus pabulinus*)

**Potato bug; Kartoffelwanze; Punaise.**

- a. Symptomen: Volwassen wantsen zijn groen tot bruin van kleur en ca. 7 mm groot. In rust zijn de vleugels plat over het lichaam gevouwen. In deze toestand blijft tussen de basis van de vleugels een opvallend driehoekig stukje van het middelste borstsegment zichtbaar, het zogenoemde 'scutellum'.

Wantsen zijn zeer beweeglijke diertjes die zich meestal aan de onderkant van de bladeren ophouden en daardoor moeilijk zijn waar te nemen.

Deze insecten kunnen in het loof van aardappelen, die als onder- of tussenteelt in jonge boomgaarden of langs hagen of houtgewassen worden verbouwd, plaatselijk vrij ernstige schade veroorzaken. Wantsen tasten vooral jonge plantendelen aan. Ze verraden hun aanwezigheid door de typische manier waarop ze het blad beschadigen. Met hun zuigsnuut maken ze namelijk onzichtbaar kleine gaatjes. Het weefsel op deze plaatsen verkleurt en sterft daarna af. Vooral de topbladeren kunnen misvormd (klein en kroezig) raken.

- b. Bestrijding: Geen aardappelen verbouwen in de nabijheid van een houtgewas. Overigens is het zo dat door een chemische bladluisbestrijding wantsenschade meestal voldoende kan worden voorkomen.

• **Aardrupsen (*larven van Agrotis segetum*)**

**Cutworm; Erdraupe; Chenille de la noctuelle.**

- a. Symptomen: Aardrupsen zijn larven van nachtvlinders (uilen), o.a. *Agrotis*-soorten. Ze zijn 3-5 cm lang en grijs van kleur. Overdag bevinden ze zich, C-vormig opgerold, in de omgeving van de planten in de grond of onder zich dicht bij de grond bevindende bladeren. 's Nachts zijn ze actief en vreten ze aan bladeren (venstergaten en randvraat), later ook aan wortels en stengel en tenslotte ook aan de knollen. In de knollen kunnen ze grote gaten en gangen maken. Deze schade wordt pas bij het rooien opgemerkt. De vreterij aan knollen vormen ook invalspoorten voor andere organismen die schade kunnen veroorzaken.
- b. Bestrijding: In een groeiend gewas is geen bestrijding mogelijk. Op percelen waarop wordt vermoed dat aardrupsen schade kunnen veroorzaken kan voor het planten een grondbehandeling met een daarvoor toegelaten middel worden uitgevoerd.

• **Coloradokever (*Leptinotarsa decemlineata*)**

**Colorado beetle; Kartoffelkäfer; Doryphore.**

- a. Levenswijze: De Coloradokever is ca. 10 mm lang en 7 mm breed en is te herkennen aan 10 overlangse zwarte strepen op de gele dekschilden. De kever verschijnt in april/mei en begint al vrij snel met het leggen van gekleurde eitjes. Deze worden in hoopjes aan de onderkant van de blaadjes afgezet. Na 4 tot 8 dagen komen hieruit donker rood gekleurde larven te voorschijn, die later meer oranje-rood verkleuren. Deze larven hebben een opgezwollen achterlijf. Na 16 tot 20 dagen zijn ze volwassen, kruipen in de grond en verpoppen. Deze poppen komen nog dezelfde zomer uit (zomerkever in augustus). Vanaf eind augustus verdwijnen de (zomer)kevers in de grond om daar op een diepte van 20 tot 50 cm te overwinteren.  
De hele ontwikkeling en de duur ervan wordt sterk beïnvloed door het weer. De Coloradokever gedijt het best in warme zomers.

b. Schadebeeld: Zowel de kever als de larven vreten aan de bladeren van de aard-appelplant. Bij massaal voorkomen kan het hele gewas worden kaal gevreten.

c. Bestrijding: Bestrijding van deze kever is wettelijk verplicht. Zodra de larven te voorschijn komen een bestrijding met o.a. pyrethroïden uitvoeren.

De laatste tijd wordt naar alternatieven bestrijdingsmethoden gezocht. Zo onderzoeken Amerikaanse wetenschappers of een door een bacterie geproduceerde giftige stof als middel tegen zware insectenplagen ingezet kan worden. Het gaat hier om toxische stoffen uit de bacterie *Chromobacterium suttsuga*. Onderzoekers van een Canadees instituut zien mogelijkheden voor het bestrijden van coloradokevers met een schimmel.

Onderzoekers van een Amerikaanse universiteit hebben proeven gedaan met een nieuw middel 'Rimon', een groeiregulator voor insecten dat in Israël werd ontwikkeld. Rimon gaat de vorming van chitine, een stof waaruit het schild van de kever bestaat, tegen. Larven van de gevreesde kever sterven vrij snel nadat ze van bladmateriaal hebben gegeten dat met Rimon was behandeld. Het tijdstip van toediening van Rimon is belangrijk. Het middel moet vroeg in de ontwikkeling van de plaag toegepast worden.



## IX. OVERIGE DIERLIJKE PLAGEN

### • Slakken (o.a. *Milax budapestensis* en *Deroceras reticulatum*)

De laatste jaren vormen slakken in aardappelen een toenemend probleem. Dit heeft mogelijk te maken met de gunstige klimatologische omstandigheden voor de opbouw en in standhouding van de slakkenpopulatie van de laatste jaren. Namelijk vochtige/natte en zachte winters en vrij natte tot natte oogstomstandigheden.

Het zijn voornamelijk naaktslakken waar we last van hebben. Naaktslakken zijn tweeslachtige dieren. Ongeveer 3 tot 4 maanden nadat een naaktslak uit het ei is gekomen is het geslachtsrijp. Enkele weken na de paring worden eieren afgezet, meestal in setjes van 6 tot 10 stuks. Een naaktslak wordt gemiddeld 1 à 2 jaar en legt in die periode ca. 1000 eieren, meestal vlak onder het grondoppervlak of tegen plantmateriaal in een vochtige omgeving. Mits de temperatuur boven 5°C is zetten de slakken het hele jaar door eieren af.

Naaktslakken zijn in twee groepen te verdelen: ondergrondse en bovengrondse schadeveroorzakers.

Tot de ondergrondse behoren sommige *Arion*-soorten (wegslak) en *Milax*-soorten (kielslak). Het zijn liefhebbers van niet-groene plantendelen, zoals wortelen en knollen. Slakken van de *Arion*-soort vreten zich vanaf de onderzijde van de pootaardappel naar binnen en kunnen de aardappel helemaal leeg smikkelen. Ook in bewaarplaatsen worden *Arion* en *Milax* soorten aangetroffen die met grond tijdens het inschuren meekomen. Ze kunnen tijdens de bewaring primair vraat aan de aardappels veroorzaken en secundair rot als gevolg van bacteriële ontwikkeling.

Vertegenwoordigers van de bovengrondse categorie zijn de *Deroceras*-soorten (aardslak). De akkeraardslak (*Deroceras reticulatum*) staat bekend als de meest algemeen voorkomende naaktslak die schadelijk is voor groene plantendelen, o.a. het blad van aardappelen.

Op percelen waar slakken verwacht kunnen worden kan vóór de voorjaarsgrondbewerking een slakkenkorrelpreparaat worden gegeven.

Van het spruitremmingsmiddel 'Talent' (karvon) is bekend dat het een molluscicide werking heeft. Als er zich tussen of in de ingeschuurde aardappelen slakken bevinden worden deze tijdens het bewaarproces gedood.

• regenwormen (met name *A. Calliginosa*)

Regenwormen bederven de structuur van de poldergrond in Flevoland is een veel gehoorde klacht. Het is inderdaad zo dat bij het rooien van aardappelen in Flevoland vaak veel grote grondkluiten meekomen.

Uit onderzoek van PPO blijkt dat dit samenhangt met grote aantallen regenwormen in de bodem. Toen Flevoland net was drooggelegd leefden daar nog geen regenwormen. Inmiddels gedijen ze er heel goed. Op sommige plekken zitten meer dan duizend wormen per vierkante meter. In een vochtige tijd verhuizen ze naar de bovenste grondlaag, waar ze door hun graafwerk voor versmering van de kleideeltjes zorgen. Als daarna een droge periode volgt vormt die laag een droge korst.

In februari 2002 organiseerde het PPO voor akkerbouwers uit Flevoland zelfs een informatiedag 'regenwormen en grondversmering'. Daarbij werden de volgende resultaten van een onderzoek "structuurproblemen versus regenwormen" gepresenteerd:

- Bij veel wormen in de bovenste 15 cm van de bouwvoor ontstaat een stijve plaatvormige bodem.
- Kluitvorming door regenwormen ontstaat vooral op percelen met als voorvrucht meerjarig grasland.
- Bij het rooien van aardappelen komen tarrapercentages van 70% voor en slechts enkele soorten regenwormen zijn boosdoener van dit al.
- In kleigrond met veel regenwormen (vanaf 13 per 10 liter) komen meer grove kluiten voor dan in een bodem zonder wormen.

Met co-financiering van het Hoofdproductschap Akkerbouw heeft PPO-agv inmiddels onderzoek opgezet en uitgevoerd naar structuurverbeterende middelen. Hierbij bleek gips erg effectief te zijn. Het calcium in gips drijft de kleideeltjes uit elkaar, waardoor de structuur verbetert. Een gift van tussen de zes en twaalf ton gips per hectare voldoet.

## X. ENIGE GEBREKSZIEKTEN

Gebreksverschijnselen kunnen optreden als een plant van een bepaald voedings-element te weinig opneemt. Maar ook als de werking van een voedings-element binnen de plant wordt verhinderd, door vastlegging of overmaat van andere elementen. In ons land gaat het meestal om een tekort aan sporenelementen. De bemesting dient bij voorkeur gebaseerd te worden op grondonderzoek.

### • Kaligebrek

**Potassium deficiency; Kalimangel; Manque de potasse.**

Kaligebrek kan op alle gronden voorkomen. Het komt echter vaker voor op lichte gronden, waar kali uit kan spoelen, maar ook op zware gronden kan het voorkomen omdat daar kali gefixeerd kan worden.

*Kali is het element in de plant dat een grote rol speelt bij de vorming en het vervoer van koolhydraten. Verder speelt het een rol bij de waterhuishouding in de plant en draagt het in sterke mate bij aan de vermindering van stootblauw.*

Als kaligebrek optreedt is dat meestal in de tweede helft van het groeiseizoen.

- a. Symptomen:
  1. kleur blaadjes donkergroen;
  2. het bladmoes tussen de nerven bobbelt op, de blaadjes glimmen en zien er uit of ze gepoetst zijn;
  3. de kleur van het blad wordt bronsachtig, terwijl het bladmoes langs de randen begint af te sterven;
  4. kaligebrek remt de groei van de aardappelplanten sterk, bij ernstig kaligebrek sterft de plant tenslotte af;
  5. de knollen kunnen erg gevoelig zijn voor blauw, met name aan het naveleind.
- b. Bestrijding:
 

Schade door kaligebrek dat voor begin juli optreedt kan met overbemesting met (chloor-arme) kali, bijv. patent-kali, nog worden gecorrigeerd. Met een bijbemesting na half juli is de kans op herstel gering.

Een bladbemesting met zwavelzure kali of kalizout in water werkt sneller.

Bij ernstig, door langdurige droogte in de hand gewerkt, kaligebrek en bij kaligebrek op kali-fixerende rivierkleigrond verdient bladbemesting de voorkeur. Om de kans op bladverbranding zo gering mogelijk te houden kan het beste enige malen met lage concentraties worden gespoten.

## • Fosfaatgebrek

**Phosphate deficiency; Phosphatmangel; Manque de phosphore.**

*Fosfaat heeft vooral invloed op de beginontwikkeling, met name van de wortels, en op opbrengst en sortering. Het is gunstig voor de kwaliteit en vorm van de knollen en samen met kali vermindert het de gevoeligheid voor mechanische beschadiging en bevordert bovendien een snelle afrijping.*

Duidelijk fosfaatgebrek komt zelden in Nederland voor. Als het al optreedt is dat meestal op ijzerrijke gronden.

- a. Symptomen:
1. Bij een duidelijk tekort aan opneembaar P. is de opkomst onregelmatig. Planten blijven achter in groei, zijn wat spichtiger en hebben minder bladeren. De bladeren blijven kleiner, hebben een steile stand en vertonen een doffe, groene kleur. De bladranden zijn vaak min of meer gegolfd.
  2. Bij ernstig fosfaatgebrek ontstaan langs de bladranden en aan de top zwartbruine vlekjes.
  3. Bij oudere planten sterven eerst de top en de bladranden van de blaadjes af, later het gehele blad. Het afstervende weefsel verkleurt donker tot zwartachtig.
- b. Bestrijding: Indien tijdig ontdekt kan, vooral bij late rassen, door bijbemesting met mono-ammoniumfosfaat (later inregenen) nog iets worden bereikt. Een andere mogelijkheid is herhaalde bladbemesting met mono-ammoniumfosfaat in lage concentraties i.v.m. bladverbranding.

## • Stikstofgebrek

**Nitrogen deficiency; Stickstoffmangel; Manque de nitrogène.**

*Stikstof is het element dat in de plant vooral dient voor de vorming van eiwitten en bladgroen. Stikstof beïnvloedt in hoge mate de groei en ontwikkeling van een gewas. Stikstof stimuleert de celdeling van vooral de vegetatieve delen van de plant. Stikstofgebrek kan voorkomen op gronden waar onvoldoende stikstof is toegediend of waar stikstof door denitrificatie en uitspoeling verloren is gegaan.*

- a. Symptomen:
1. lichtgroene tint van het gewas;
  2. later worden de bladeren, te beginnen met de onderste, geelgroen en daarna geel;
  3. planten blijven kleiner en sterven vroeger af dan normaal. Het wortelstelsel vertoont een sterke lengtegroei met weinig vertakkingen.
- b. Bestrijding: Overbemesting met kalksalpeter of ureum. De bladsteeltjesmethode kan een hulpmiddel zijn om stikstofgebrek te voorkomen.  
Bladbemesting leidt nogal eens tot bladverbranding, daarom verdient bemesting via de bodem de voorkeur.

### • Magnesiumgebrek

#### **Magnesium deficiency; Magnesiummangel; Manque de magnésium.**

*Planten hebben een geringe hoeveelheid magnesium nodig bij de vorming van bladgroen. Magnesium beïnvloedt ook het gehalte aan waardevolle stoffen als eiwit en zetmeel in positieve zin.*

Er bestaan grote verschillen in magnesiumrijkdom tussen de verschillende grondsoorten. Kleigronden bevatten relatief veel magnesium, maar dit is niet allemaal gemakkelijk opneembaar zodat ook op deze gronden toch nog incidenteel magnesiumgebrek kan optreden. Op zand-, dal- en veengronden komt regelmatig magnesiumgebrek voor, vooral als de pH laag is.

Magnesiumgebrek beïnvloedt de stofwisseling van fosfor en de vorming van chlorophyl in negatieve zin en leidt daardoor tot opbrengstderving.

Als oorzaken van magnesiumgebrek kunnen worden genoemd:

- de grond bevat te weinig;
- de opneembaarheid is slecht. Dit is het geval op zure gronden;
- er is een overmaat aan kalium in de grond. Kalium en magnesium beconcurreren elkaar t.a.v. de opname door de plant;
- een slechte structuur van de grond. Doordat het wortelstelsel zich dan slecht kan ontwikkelen kan dit tot een onvoldoende opname van magnesium leiden.

- a. Symptomen:
- onderste blaadjes krijgen gele tint;
  - daarna kleurt het centrum van het blad, tussen de nerven, geelgroen terwijl de bladranden nog lange tijd groen kunnen blijven;
  - later treedt de verkleuring ook op bij de hoger voorkomende blaadjes. Dit gaat gepaard met het afsterven van gedeelten van het bladmoes tussen de nerven;
  - de planten sterven vroeger af waarbij de groene bladranden opvallend geel kunnen worden. Door de bladverkleuring bemoeilijkt magnesiumgebrek de veldselectie van pootgoed.
- b. Bestrijding: Bemesting met magnesiumhoudende kalkmeststoffen. Op gronden waarvan vermoed wordt dat magnesiumgebrek zal optreden bij het gereedmaken van het pootbed bitterzout (magnesiumsulfaat) of kieseriet geven.
- Magnesium gebrek kan hersteld worden door het gewas tweemaal kort na elkaar te bespuiten met bitterzout. Na eind juli heeft bemesting geen effect meer op de opbrengst.
- Bintje is weinig gevoelig voor magnesiumgebrek, daarentegen zijn Eigenheimer, Jaerla, Saturna en Spunta erg gevoelig.

### • Mangaangebrek

#### **Manganese deficiency; Manganmangel; Manque de manganèse.**

Het optreden van mangaangebrek is een gevolg van de omzetting van de opneembare mangano- in een niet opneembare mangani-verbinding. Hoge pH en hoge humusgehalten bevorderen deze omzetting. Mangaangebrek kan optreden op zand-, dal- en veengronden met een pH hoger dan 5.7 en op lichte, kalkrijke (zee)kleigronden. Droogte en hoge temperaturen bevorderen het optreden van mangaangebrek. Ook een overmaat aan kalk (verhoging pH) werkt mangaangebrek in de hand.

Mangaan is lange tijd een onderschat element geweest in de aardappelteelt. De laatste jaren neemt de belangstelling voor mangaan weer toe omdat de aardappelplant zelf de aandacht voor het tekort oproept.

Dat dit verschijnsel de laatste tijd meer tot uiting komt dan voorheen kan voor een deel toegeschreven worden aan het afgenomen gebruik van mangaanhoudende phytophthora middelen als maneb en mancozeb.

- a. Symptomen:
- eigenaardige bronsgele tint in de topblaadjes, deze vouwen zich daarna wat samen en worden vervolgens een beetje slap;
  - later verschijnen talrijke zwarte stipjes langs de hoofdnerf van het blad. Gewoonlijk openbaart een tekort zich in de loop van de zomer;
  - een tekort aan mangaan kan ook een opbrengstdervend effect hebben.
- b. Bestrijding: Naar aanleiding van de recentste onderzoekgegevens wordt geadviseerd om een mix van mangaannitraat met magnesium toe te dienen. Die toediening kan in combinatie met een phytophthora-besputting. Een veelvuldige gift geeft een beter resultaat dan een éénmalige. Dit is verklaarbaar uit het feit dat mangaan zich niet van het ene naar het andere blad kan verplaatsen. Alle nieuw gevormde bladeren na een besputting hebben dus mangaan van een volgende besputting nodig.  
De dosering is sterk afhankelijk van de mangaanbehoefte van het aardappelras, de pH van de bodem en de groeisnelheid van het gewas.

## • Zwavelgebrek

### Sulphur deficiency; Schwefelmangel; Manque de soufre

*Zwavel maakt deel uit van een aantal aminozuren en daarmee van een aantal belangrijke enzymen en eiwitten. Het speelt een rol bij de vorming en activiteit van enzymen en bij de vorming van chlorofyl.* In plantenweefsels vastgelegde zwavel is weinig mobiel. In de grond is zwavel daarentegen zeer mobiel en spoelt gemakkelijk uit.

De laatste jaren zijn lage zwaveltoestanden geen uitzondering meer. Dit wordt veroorzaakt doordat planten minder zwavel uit de lucht kunnen halen. In 1980 was de opname vanuit de lucht nog ca. 66 kg zwavel per ha. Door wettelijke maatregelen is de uitstoot van zwavel door de industrie de laatste jaren sterk afgenomen. De zwavelopname door het gewas vanuit de lucht wordt thans geschat op ca. 16 kg per ha. Vroeger zat er ook meer zwavel in kunstmest, maar door betere productiemethoden is het zwavelaandeel ook hierin sterk afgenomen.

Momenteel wordt het zwavelgehalte in de grond geschat op onder de 30 kg per ha. Dit is voor veel gewassen te laag, ook voor aardappelen. Als gevolg van zwavelgebrek kan ook de opname capaciteit van andere voedingselementen afnemen en daarmee de vitaliteit van de aardappelplanten. Een verminderde vitaliteit maakt het gewas gevoeliger voor zwakte parasieten als *Botrytis cinerea* en *Alternaria solani* en daaraan verwante soorten.

- a. Symptomen: Vroeg in het seizoen optredend zwavelgebrek uit zich in sterk vertraagde groei en chlorotische, klein-blijvende planten. Symptomen van zwavelgebrek komen meestal voor in de tweede helft van het groeiseizoen. Aanvankelijk als een vaalgroene tot geelachtige verkleuring inde hoogste bladetales (lijkt wel op N-gebrek). In een verder gevorderd stadium gaat zwavelgebrek gepaard met op magnesiumgebrek lijkende geelverkleuring van het centrale bladgedeelte van vooral de bovenste bladeren (de jongste, meest productieve bladetales). Hierdoor onderscheidt het zich dus van magnesiumgebrek omdat daarbij juist de onderste bladeren betrokken zijn. Bij zwavelgebrek ontstaat een door de grote zijnerf ingeperkte verkleurde rand die daardoor gegolfd is.
- b. Bestrijding: Als een tekort aan zwavel pas in de tweede helft van het groeiseizoen duidelijk zichtbaar wordt heeft een zwavelgift geen zin meer daar dan al sprake is van een onherstelbare opbrengstschade. Een zwaveltekort is alleen te voorkomen door tijdig, en dat is voor het poten, voldoende van dit element in de bodem te brengen. Consumptie- en zetmeelaardappelen onttrekken per ton geoogst product 1 kg  $\text{SO}_3$  per hectare aan de bodem en pootaardappelen zelfs 1,25 kg. Het bemestingsadvies voor consumptie- en zetmeelaardappelen is 100 kg  $\text{SO}_3$  en voor pootaardappelen 70 kg per ha.. Voor zand- en dalgronden wordt superfosfaat als meest geschikte meststof aan bevolen en op zware gronden patentkali.



## XI. AFWIJKINGEN VAN ANORGANISCHE AARD

*Afwijkingen die niet zijn ontstaan als gevolg van infectieuze ziekten, maar als gevolg van klimaatsinvloeden, verkeerde bemesting, ruwe behandeling, verkeerde bewaring, etc. worden ook wel **niet-parasitaire** gebreken genoemd.*

### • Acht-juni-ziek of modderbont

Dit verschijnsel treedt meestal in de eerste helft van juni op, vandaar de naam 8-juniziek. Het wordt, gezien de verschijnselen, ook wel modderbont genoemd. Het komt het meest voor bij vroege rassen zoals Eersteling. De oorzaak van het verschijnsel is niet bekend. Uit de aangetaste bladeren is nog nooit een levend organisme geïsoleerd.

Het begint met wat kleine, tussennervige vlekjes die vooral aan de onderkant van het blad gladde kuiltjes geven. Vervolgens lopen de vlekjes wat ineen waardoor ze veel groter worden. Opvallend is dat de onregelmatig gevormde vlekjes zowel boven als onder in de plant voorkomen en dat het blad niet slap is. Vaak wordt de 8-juniziekte verward met mangaangebrek, maar de vlekjes zijn duidelijk groter en willekeuriger verspreid over het blad.

Meestal treedt het verschijnsel 8-juniziek naar voren op gronden die in minder goede conditie verkeren en op fijnzandige, vochtige gronden.

### • Chloorbeschadiging

Dit verschijnsel kan vooral optreden in droge zomers op lichte, enigszins zure gronden na een late overbemesting met chloorhoudende kalimeststoffen.

De oorzaak moet worden gezocht in het feit dat in droge zomers de concentratie van chloor in het bodemvocht toeneemt. Bovendien wordt het reeds naar diepere grondlagen uitgespoelde chloor met het grondwater naar boven gebracht, terwijl de wortels diepere grondlagen opzoeken en zodoende chloor kunnen opnemen. Hierdoor kunnen ze schade oplopen en zelfs vergiftigd raken.

a. Symptomen:      Plekken met chloorbeschadiging komen vaak grillig over het veld verspreid voor.

De bladranden buigen zich over de hele lengte om zodat de blaadjes op bootjes gaan lijken. Omdat de onderkant van de blaadjes zichtbaar worden vertoont het gewas een lichtere kleur. Bij sterk optreden ervan blijft het gewas in groei achter en sterft vroeger af.

b. Voorkomen:      Chloorhoudende kalimeststoffen bij voorkeur in de herfst en

tenminste voor februari toedienen. Voor latere aanwending patentkali of zwavelzure kali gebruiken omdat die vrijwel geen chloor bevatten.

### • Onderzeeërvorming

Bij onderzeeërvorming ontwikkelen zich uit de moederknol vrijwel geen bovengrondse delen. Er worden slechts zeer korte stolonen met daaraan kleine, zeer dicht op elkaar zittende knolletjes gevormd die geen werkelijke waarde hebben. Door deze afwijking kan de opkomst bij sommige vroege rassen zeer onregelmatig zijn. Het aantal planten dat niet opkomt of te weinig stengels vormt kan soms groot zijn waardoor een aanzienlijk lagere opbrengst wordt verkregen. Onderzeeërvorming kan optreden (wordt in de hand gewerkt) na te warme bewaring van het pootgoed, waardoor vaak veel spruitverlies optreedt, gevolgd door vroeg en diep poten in nog te koude grond. In feite praten we dus over fysiologisch oud (versleten) pootgoed dat onder ongunstige omstandigheden wordt gepoot.

Er zijn rasverschillen m.b.t. gevoeligheid voor onderzeeërvorming. Met name vroege rassen als Eersteling en Doré zijn er gevoelig voor, maar ook het middenvroeg ras Bintje.

Onderzeeërvorming kan worden voorkomen door:

- Een zodanige bewaring van het pootgoed dat weinig spruitverlies optreedt (droog en koel);
- Goed voor te kiemen, niet te vroeg en te diep te poten bij bodem temperaturen van tenminste 8 à 10°C.

### • Doorwas of tweede groei

**Second growth; Zweiwuchs; Tubercules jumeaux.**

Doorwas is de benaming voor het verschijnsel dat reeds gevormde knollen opnieuw gaan uitlopen. Doorwas kan ontstaan wanneer de ondergrondse delen van de aardappelplant, na de knolzetting, gedurende enkele dagen worden blootgesteld aan een temperatuur van meer dan 25°C gevolgd door vochtig groeizaam weer.

De voor doorwas noodzakelijke hoge grondtemperatuur wordt eerder bereikt naarmate de grond droger is. Daarnaast is de opwarming van de grond sterker naarmate de bedekking van de bodem door het loofdek onvollediger is.

## • Glazigheid

### **Glassiness of the tuber; Glasigheid der Knollen; Vitrosité du tubercule**

Is de prikkel tot doorwas sterk, dan kunnen lange kiemen (stolonen) worden gevormd. Bij voldoende beschikbaarheid van vocht (groeizame periode na hitte periode) kunnen aan de uiteinden van de nieuw gevormde stolonen nieuwe (secundaire) knollen ontstaan die dus via de stolonen aan de moederknol zijn verbonden.

In een groeiende doorwasplant worden de in het blad gevormde assimilaten door de primaire knol doorgegeven aan de secundaire knollen. Als de groei van de secundaire knollen goed op gang is stopt de groei van de primaire knollen. Bij droogte, ernstige *Phytophthora*-aantasting, loofdoding of natuurlijke afsterfing van het loof wordt de aanvoer van assimilaten uit het loof via de primaire knol onvoldoende voor de groeisnelheid van de secundaire knollen. Bij dergelijke situaties gaan de secundaire knollen voedsel (zetmeel) onttrekken aan de primaire knol. Deze onttrekking begint aan het naveleind. Bij sterke onttrekking kunnen de primaire knollen glazig worden.

Knollen met glazigheidsverschijnselen hebben niet alleen een inferieure consumptie kwaliteit (blijven na koken hard en heel), maar zijn ook ongeschikt voor industriële verwerking wegens een lager droge-stofgehalte, hoger gehalte aan reducerende suikers en slechte textuur. Wanneer de primaire knollen of delen ervan geheel van hun zetmeel zijn ontdaan heeft dit knolweefsel geen brandstof meer om zichzelf te onderhouden. Het gaat ten gronde en er ontstaat fysiologisch rot: zogenoemde waterzakken.

Gevoelig voor glazigheid zijn o.a. Bintje, Eigenheimer en Russet Burbank.

## • Holheid

### **Hollow heart; Hohlherzigkeit; Coeur creux**

Deze afwijking komt bijna ieder jaar in meer of minder beperkte mate voor.

Meestal wordt het aangetroffen in grotere knollen van grof groeiende rassen op zand-, lichte zavel- en dalgronden. Als gevolg van een betere waterhuishouding wordt dit fenomeen op kleigronden minder aangetroffen.

Holheid wordt in de hand gewerkt door een onregelmatige groei, een onregelmatige stand en een overmatige stikstofbemesting.

Wanneer een knol in korte tijd sterk groeit kunnen, als gevolg van ongelijke lengte-, breedte- en diktegroei, weefselspanningen optreden waardoor samenhangend met de knolvorm een spleet- of stervormige holte in het centrum kan ontstaan. Na enige tijd vormt zich op de wanden van de holte een duidelijk kurk-laagje. Ook worden wel knollen aangetroffen met een bruinkleurige vlek in het

centrum van 1 – 2 cm middellijn. Dit ‘bruine’ hart ontstaat door het afsterven van cellen als gevolg van een overmatige onttrekking van voedingsstoffen bij een plotseling sterke groei. Later als dit afgestorven weefsel verschrompelt kan als nog een holte ontstaan. Een bruin hart kan vaak als een begin van holheid worden aangemerkt.

Knollen met holheid zijn vaak niet uitwendig herkenbaar, soms hebben ze een iets hoekige/onregelmatige vorm met diepere ogen en bultige oogwallen.

Partijen met holle knollen hebben een geringere handelswaarde, omdat de afwijkende knollen niet zijn uit te zoeken. Alleen een zoutbad kan uitkomst bieden in dergelijke gevallen. In 2000 kwam hol nogal voor in Agria en Asterix.

Het optreden van holheid kan worden beperkt door te zorgen voor een goede waterhuishouding van het perceel, zodat het gewas regelmatig kan doorgroeien. Bij hiervoor meer gevoelige rassen kan het aantal grove knollen worden verlaagd door dichter te planten.

#### • Groeischeuren

##### **Growth cracks; Wachstumrissen; Craquelement.**

Groeischeuren zijn als het ware vergroeide barsten aan de buitenkant van de knollen. Groeischeuren kunnen in twee sterk uiteenlopende vormen voorkomen, namelijk:

- Als grote, diepe groeischeuren van meer dan 1 cm diep. Naarmate zo’n scheur vroeger in het groeiseizoen is ontstaan is deze bij de oogst vlakker. Dergelijke groeischeuren worden meestal aangetroffen op grotere knollen en dan één scheur per knol.
- Als oppervlakkigere, grillig verlopende scheuren, 5 – 10 mm diep, met kurkachtige randen. Deze scheuren kunnen verspreid over de hele knol voorkomen. Als dergelijke scheuren, vaak zelfs dieper en grilliger, aan de tophelft voorkomen en/of over de top lopen zijn ze vaak een gevolg van een vroegtijdige aantasting/beschadiging door *Rhizoctonia solani* (blinde toppen).

Groeischeuren ontstaan met name in jaren met zeer uiteenlopende groeiomstandigheden als gevolg van een onregelmatige vochtvoorziening. Als bijvoorbeeld bij droogte de groei stopt gaat de schil verkurken en verliest zijn elasticiteit. Volgt op zo’n periode met groeistilstand een groeizame periode en gaat de knol weer groeien dan ontstaan er als gevolg van weefselspanningen scheuren of barsten in de schil. Omdat op lichte gronden de vochtvoorziening eerder stopt dan op kleigronden wordt deze afwijking daar het meest aangetroffen.

Groeischeuren veroorzaakt door *Rhizoctonia* kunnen op alle gronden en ook op kleinere aardappelen worden aangetroffen. Vaak worden daarbij schubjes waargenomen.

#### • Woekering van de lenticellen

**Proliferation of lenticels; Lentizellenwucherung; Prolifération lenticellaire.**

Lenticellen zijn eigenlijk kleine openingen in de schil waar gasuitwisseling plaatsvindt (soort grote ademhalingscellen in de aardappelschil). Lenticellen zijn opgebouwd uit een cirkelvormige groep verkurkte cellen met een opening in het midden. Die opening staat in verbinding met de luchtholtes tussen de cellen van het knolweefsel.

Lenticellen komen regelmatig verspreid over het knoloppervlak voor. Het aantal per eenheid knoloppervlak wordt beïnvloed door de grootte van de knol, de grondsoort en het weer tijdens de groei. Met name de vochtconditie van de grond op het tijdstip van knolzetting is van belang.

De grootte van de opening in de lenticellen wordt bepaald door de vochtconditie van de bodem dan wel van de bewaaratmosfeer. Onder natte condities zwellen de lenticellen op, waardoor de opening groter wordt. Onder zeer natte omstandigheden worden de lenticellen op de schil zichtbaar als kleine witte wratjes van 1 – 3 mm groot (naar buiten gegroeide hoopjes weefselcellen).

Naarmate de knol rijper is en de schil beter is afgehard wordt de beschreven woekering van de lenticellen minder vaak aangetroffen.

Op zichzelf hebben lenticelwoekeringen geen speciale betekenis als aantasting. Als de knollen opdrogen verschrompelen de wratjes en blijven er bruine, iets ruwe plekkjes achter die iets aan oppervlakkige schurft doen denken.

Secundair vormen de opgezwollen, open lenticellen echter wel ideale invalspoorten voor schimmels en bacteriën zoals o.a. natrot, zwartbenigheid en *Phytophthora*.

#### • Groene knollen

**Greening of tubers; Grünverfärbung; Verdissement du tubercule.**

Wanneer aardappelknollen aan dag- of kunstlicht worden blootgesteld gaan ze groen verkleuren. De kleurloze plastiden in de cellen worden dan chlorophylkorrels. Hoe sterker het licht des te sneller en intensiever de knollen groen worden. In ernstige gevallen kan het knolvlees wel tot 1 cm diep of meer groen kleuren.

Vroeg gerooide knollen verkleuren meestal sterker dan rijpgerooide omdat de schil teerder is en de lichtsterkte groter.

Het groene weefsel heeft een bittere smaak en bevat het giftige solanine. Daarom moet dit weefsel bij consumptie en verwerking worden verwijderd. Bij bakken (frites en chips) blijft de groene kleur bovendien vaak nog meer zichtbaar dan blauwverkleuring.

Het ontstaan van knollen met een donkergroene kop (zgn. hardgroen) vindt plaats op het veld. Dit kan o.a. een gevolg zijn van ondiep poten en een hoge opbrengst, waardoor jonge knollen uit de rug worden gedrukt door hun eigen groei. Door aantasting van *Rhizoctonia*, waarbij de knollen heel hoog komen te zitten, is dit eveneens het geval. Ook door afregenen van de ruggen of bij loof-trekken kunnen knollen boven komen en snel groen kleuren.

Op roodschillige en ruweschillige rassen is groen slechter te herkennen dan op blanke rassen.

Daggroen, een lichtgroene verkleuring, wil nog wel eens optreden bij langdurige blootstelling aan kunstlicht in de bewaarplaats of bij verpakking in niet licht-dicht materiaal.

Partijen waarin veel hardgroene knollen voorkomen zijn voor consumptie en verwerking waardeloos.

Voor poters hoeft het in principe weinig of geen bezwaar op te leveren, alleen in voor plombering bestemde pootaardappelen mogen geen hardgroene knollen voorkomen.

### • Inwendige roestvlekken

#### **Internal rust spot; Eisenfleckigkeit; Taches de rouille.**

Roestvlekken zijn bruine vlekken in de aardappelknollen die aan roest doen denken. Op dwarsdoorsnede vertonen de aangetaste knollen onregelmatige roestbruine vlekken van 1 tot 10 mm middellijn. Soms zijn de vlekken straalsgewijs gerangschikt en komen ze hoofdzakelijk aan het topeinde voor op ca. 1 cm onder de schil in de nabijheid van ogen. Maar ook worden ze wel willekeurig verspreid door het knolvlees aangetroffen.

Bij oppervlakkig aansnijden of dun schillen snijdt men er vaak overheen. Snijdt men de knollen middendoor dan snijdt men onder de vlekken door. Bij overlangs doorsnijden van de knol lijkt de aantasting meestal minder ernstig.

De vlekjes bestaan uit afgestorven cellen die geheel of gedeeltelijk verkurkt zijn. Bij het koken blijven deze deeltjes hard en stug.

Het is geen ziekte maar een fysiologische afwijking (verschijnsel) die kan ontstaan in knollen die onregelmatig groeien (vocht tekort). Ook wordt verondersteld dat een laag calciumgehalte, tengevolge van een tijdelijk slecht transport van dit element in snelgroeiend knolweefsel, er debet aan is.

Het verschijnsel roestvlekken komt het meest voor op zandgronden en in warme droge zomers. Roestvlekken komen nogal eens voor samen met groeischeuren, wat duidt op een groeistagnatie gevolgd door een groeiversnelling.

Deze afwijking kan niet uitwendig worden uitgelezen. Ruwshellige knollen hebben er meer last van dan gladschillige en in laat gerooide aardappelen wordt het meer aangetroffen dan in vroeg gerooide.

Wanneer dit verschijnsel sterk voorkomt in een partij zijn ze ongeschikt voor afzet in de consumptie-sector.

Bestrijdingsmaatregelen zijn niet bekend, de enige remedie is het bevorderen van een regelmatige groei en ontwikkeling van het gewas.

Tot de meest vatbare rassen wordt Alpha gerekend. Men spreekt dan ook wel van *Alpha-bruin*.

### • Bloedaardappelen

#### **Internal discoloration**

Bloedaardappelen worden niet vaak aangetroffen. Het inwendige knolvlees van dergelijke aardappelen is rood tot paars verkleurd. Deze vlamachtige verkleuring is niet het gevolg van een ziekte maar wordt veroorzaakt door anthocyaanvorming in het celsap. De neiging tot vorming van gekleurd celsap schijnt door erfelijke factoren te worden bepaald.

Het is niet bekend onder welke omstandigheden deze verkleuring optreedt. Verondersteld wordt dat lichttoetreding het in de hand werkt. Bij knollen die tijdens de groeiperiode met weinig grond zijn bedekt (kantrijen) wordt dit verschijnsel meer aangetroffen dan bij dieper gelegen aardappelen. Bij groene knollen is de kans op het aantreffen van dit fenomeen het grootst.

Alleen aan doorgesneden knollen kan men zien of men met bloedaardappelen te maken heeft.

Bloedaardappelen zijn minder aantrekkelijk voor consumptie, bij het koken verbleekt de rode kleur wel enigszins maar de plekken houden een grauw uiterlijk. Bij sommige rassen, o.a. Eigenheimer en Spunta komt dit euvel nogal eens voor. Bij deze rassen is het dan ook van belang dat de knollen goed met grond zijn bedekt (goede ruggenopbouw).

### • Naveleindverkleuring/naveleindrot

#### **Stem-end rot; Nabelend-Fäulnis; Pourriture ombilicale ou du talon.**

Wanneer van een nog groen aardappelgewas bij warm weer en droge omstandigheden het loof wordt vernietigd treedt soms aan het navelend verkleuring op.

De kans hierop is het grootst als een chemisch loofdodingsmiddel wordt toegepast dat het loof snel doodt en wanneer het kort loof betreft op droge grond. Maar ook na loofklappen en looftrekken kan dit verschijnsel optreden.

Aan het navelend van de knol ontstaat necrotisch weefsel dat uitwendig zichtbaar is en meestal verkurkt. Bij overlans doorsnijden van de knol is het bruin verkleurde necrotische weefsel aan het navelend goed te zien. Het kan zich ook voortzetten in de vaatbundelring. Soms is het navelend licht ingerot, alleen als er secundair schimmels als *Fusarium* of bacteriën optreden kan het navelend dieper inrotten.

Om zogenoemd navelendrot te voorkomen moet met loofdoding worden gewacht tot de grond in de aardappelrug vochtig is.

### • Koude- en nachtvorstschade

#### Low temperature injury; Kalteschaden; Dégâts de froid

- a. Schade aan loof: Bij zware nachtvorsten kunnen de jonge stengels en bladeren tot in de grond bevroren. Na ontdooien worden deze delen slap en zwart van kleur. Bij lichte nachtvorst blijft de schade vaak beperkt tot enkele bladeren per plant, die daarna verbleken en afsterven. Een afgevroren aardappelgewas ontwikkelt zich nadien vaak slecht, vooral als er een droge periode op volgt. De oogst valt later en de opbrengst is lager, vooral bij vroege rassen.
- b. Knolbeschadiging: Vorstbeschadiging is bij vriezend weer moeilijk vast te stellen. Behalve wanneer de knollen geheel zijn bevroren en er ijskristallen in het weefsel zijn waar te nemen. Lichte vorst en koude-beschadiging wordt pas na enkele dagen tot een week nadat de schade is aangezichtbaar.  
 Als aardappelen geheel of gedeeltelijk bevroren zijn geweest zijn ze na het ontdooien nat en slap, of voelen rubberachtig aan. Bij doorsnijden, of als er enige druk op wordt uitgeoefend, treedt er vocht uit de stuk gevroren cellen.  
 Koude beschadiging kan zich uit- en inwendig aan de knollen manifesteren. Uitwendig door ronde tot onregelmatige inzinkingen in de schil (leerachtige schil ter plaatse). Onder de inzinking bevindt zich een blauwgrijze verkleuring die vrij diep in de knol kan doordrin-



gen. Alleen inwendig is het vlees niet pleksgewijs maar geheel, of voor een groot deel, grijsblauw verkleurd. In het verkleurde vlees komen vaak zwarte of bruine streepjes voor, soms ontstaan kleine scheurtjes.

#### • Zwarte harten

**Black heart; Schwarzherzigkeit; Maladie du coeur noir.**

Het verschijnsel waarbij in het inwendige van de knol een holte ontstaat die zwart verkleurd is noemt men zwarte harten. Uitwendig vertonen dergelijke aardappelen aanvankelijk geen enkel afwijkend symptoom. Bij doorsnijden blijkt het hart van een dergelijke knol blauw/zwart verkleurd te zijn. De verkleurde plek is tamelijk scherp begrensd en kan een middellijn hebben van 1 tot 3 à 4 cm. Naast knollen met een zwart hart kan men er ook aantreffen met een spleetvormige holte waarvan de wanden a.h.w. zijn overtrokken met grauw/zwart weefsel. Deze holten zijn het gevolg van het ineenschrompelen van het afgestorven weefsel. Als de bewaaromstandigheden na het ontstaan van dit euvel goed zijn kunnen dergelijke knollen nog lang in takt blijven.

Zwarte harten ontstaan als gevolg van zuurstofgebrek in het centrum van de knol. Het kan ontstaan door langdurige afsluiting zonder luchtverversing en ook door blootstelling van knollen aan hoge temperaturen. Bij hoge temperatuur kan de zuurstof onvoldoende snel het centrum van de knol bereiken, terwijl de ademhaling zo intensief is dat veel zuurstof nodig is. Dit kan plaatsvinden als koud bewaarde aardappelen te snel en met een hoge temperatuur worden opgewarmd. Bij temperaturen boven 35°C is het zuurstofgebruik van de knollen zo groot dat het, zelfs bij ruime toetreding van lucht, niet snel genoeg tot het centrum van de knol kan doordringen. Partijen waarin knollen met zwarte harten voorkomen zijn waardeloos.

Problemen met zwarte harten kunnen voorkomen worden door tijdens de bewaring voldoende luchtverversing toe te passen. Bij het opwarmen voor uitschuren ervoor te zorgen dat dit geleidelijk gebeurt, dat de opgewarmde ventilatielucht niet boven 18 à 20°C uitkomt en dat er voldoende toevoer van zuurstof is voor de verbranding van de brandstof van de luchtverhitter.

## • Mechanische beschadiging

### **Mechanical injury; mechanisch Verletzung; Dégât mécanique**

Er is vrijwel geen partij aardappelen meer of er komt mechanische schade in voor. Dit is een gevolg van de verregaande mechanisatie en een nog vaak te ruwe werkwijze.

Veel beschadiging treedt op tijdens het rooien en daarop volgend transport, doordat:

de rooischaar niet goed staat afgesteld (knollen worden afgesneden);

de partij onvoldoende is afgehard (ontvellingen);

de knollen van grote hoogten op een harde ondergrond vallen (barsten en vleeswonden);

ruwe behandeling en druk van machinedelen op gespannen weefselcellen (nagelvormige scheurtjes en barsten).

Daarnaast komen vele kleine beschadigingen voor, die uitwendig vaak niet zichtbaar zijn, maar pas na het schillen. Dit type beschadigingen wordt wel onderhuidse rooibeschatiging of rooislag genoemd. Deze typische rooibeschatiging is te herkennen aan een bruine vlek met in het centrum dikwijls een vrij harde/droge en grijswitte massa bestaande uit zetmeel van stukgeslagen cellen (zgn. zetmeeluitstorting). Deze plekken zijn vrij scherp begrensd en aan de onderzijde afgesloten door een dun kurklaagje

Beschadigingen kunnen gevolgd worden door blauwverkleuring.

In het algemeen veroorzaakt knolbeschadiging:

een intensievere ademhaling van het product (koorts);

invalspoorten voor infectie door micro-organisme;

meer vochtverlies/gewichtsverlies (bij onvoldoende wondheling);

grotere schil- en pitverliezen.

Wonden veroorzaakt tijdens het sorteren na bewaring zijn veelal minder opvallend maar leiden, door de dan grotere gevoeligheid van de knollen, vaak tot meer problemen met *Fusarium*.

Door de machinedelen die met de aardappelen in aanraking komen zoveel mogelijk met rubber te bekleden, de machines (o.a. banden) langzamer te laten lopen en valhoogten drastisch te beperken kan veel schade worden voorkomen.

## • Blauw

### Blackspot/internal bruising; Blauverfleckigheid; Taches plombées

#### *Algemeen*

Blauwverkleuring van aardappelweefsel ontstaat als gevolg van oxydatie van phenolen (o.a. tyrosine, chlorogeenzuur, koffiezuur) door het enzym phenol-oxydase. Hierbij ontstaat via een roodgekleurd tussenproduct het blauwe/blauwgrijze melanine. Dit proces kan alleen plaatsvinden als enzym en substraat bij elkaar komen en oxydatie optreedt. Blauwverkleuring kan dus alleen ontstaan als er tengevolge van beschadiging/breuk van celwanden/membranen voldoende zuurstof voor de oxydatie kan binnendringen.

De rode verkleuring van het weefsel is gewoonlijk een kwestie van enkele uren. De blauwe verkleuring wordt na enkele uren of soms pas na 1 à 2 dagen na beschadiging zichtbaar. Onder normale omstandigheden (6 - 15°C) treedt de maximale blauwverkleuring ca. 3 dagen na beschadiging op. Hogere temperaturen bevorderen de snelheid van blauwverkleuring na beschadiging (temperaturen boven 25°C, grotere enzymactiviteit).

Blauwverkleuring wordt vaak aangetroffen in het parenchymweefsel vlak onder de schil, rondom de vaatbundels en aan het naveleinde. *Blauwverkleuring is uitwendig niet zichtbaar zodat aardappelen visueel niet op deze afwijking geselecteerd kunnen worden.*

In de praktijk wordt gebruik gemaakt van het feit dat de eerste verkleuring doorgaans na ongeveer een halve dag begint op te treden. Voor levering aan de verwerkende industrie wordt door een strak schema van aanlevering gestreefd om het opscheppen, sorteren en het vervoer naar de fabriek binnen 8 – 16 uur te laten plaatsvinden.

Behalve de donkere verkleuring van de stootblauw plekken kunnen er nog meer negatieve kwaliteitskenmerken aan worden toegekend. De plekken worden na verloop van tijd namelijk vaak hard en taai en kunnen een verhoogd gehalte aan het giftige glycoalkaloïde gaan vertonen.

De blauwgevoeligheid van aardappelen wordt door een groot aantal factoren beïnvloed. Om het nog complexer te maken blijken er ook nog interacties tussen de verschillende factoren te bestaan. Twee aspecten staan echter centraal: de gevoeligheid van het weefsel voor beschadiging en het in voldoende mate aanwezig zijn van bepaalde chemische componenten die na reactie tot een blauwverkleuring kunnen leiden.

Als aspecten die van invloed zijn op het ontstaan van blauw kunnen o.a. worden genoemd:

***Ras***

Dit heeft o.a. te maken met:

***Celgrootte***

Naarmate de cellen waaruit het knolweefsel is opgebouwd kleiner zijn neemt de blauwgevoeligheid af. De celgrootte neemt toe naarmate de knollen groter worden, respectievelijk rijper zijn. De cellen aan het topeind van een knol zijn vrijwel altijd kleiner dan aan het naveleind. Dit verklaart dat de knollen aan het naveleinde als regel blauwgevoeliger zijn.

***Grootte zetmeelkorrels***

Kleinere zetmeelkorrels gaan gepaard met een geringere blauwgevoeligheid. De veronderstelling is dat kleinere zetmeelkorrels beter een klap kunnen opvangen. Om de complexiteit van het blauwprobleem nog eens te duiden kan worden vermeld dat een ras dat grote cellen heeft, maar kleine zetmeelkorrels weinig blauwgevoelig kan zijn. Het ras Spunta is hier een voorbeeld van.

***Celwanden***

De gevoeligheid voor beschadiging van het knolweefsel hangt onder meer af van de mate van vervorming (elasticiteit) die het weefsel kan verdragen voor er breuk optreedt. Deze elasticiteit wordt o.a. bepaald door de buigzaamheid van de celwanden, de stevigheid van de intercellulaire binding en de turgor.

***Droge-stofgehalte***

Naarmate het droge-stofgehalte hoger is, is de blauwgevoeligheid in de regel groter.

***Rasverschillen***

De gevoeligheid voor stootblauw kan per ras sterk verschillen omdat een aantal van de reeds genoemde aspecten rasafhankelijk zijn. De Rassenlijst voor Landbouwgewassen geeft in de beoordeling van de verschillende aardappelrassen ook de gevoeligheid voor stootblauw aan. Als zeer gevoelig t.a.v. dit aspect kunnen o.a. worden aangemerkt: Marijke (een oud frites ras) en Saturna (een chips ras).

***Jaar/seizoen***

Dit heeft o.a. te maken met:

***Groeiomstandigheden***

Naarmate het gewas zich regelmatig kan ontwikkelen ontstaan er kleinere cellen en is de blauwgevoeligheid geringer.

***Oogststadium***

Naarmate later wordt geoogst en het gewas verder is afgerijpt neemt het droge-stofgehalte toe en is de blauwgevoeligheid groter.

***Celturgor/celspanning***

Zowel een hoge als een lage celturgor bij de oogst kan de blauwgevoeligheid vergroten. In de meeste jaren is de celturgor van het knolweefsel wel ongeveer optimaal. In een nat najaar kan de blauwgevoeligheid wel eens groter zijn als gevolg van een te hoge celturgor.

Tijdens het bewaren kan de blauwgevoeligheid toenemen bij dalende celurgor. Daarom is het van belang om gewichtsverliezen zoveel mogelijk te beperken.

### *Bemesting*

#### *Kali*

Een kalibemesting (vooral chloorhoudende kalimeststoffen) verlaagt het droge-stofgehalte van de knollen en heeft daardoor een verlagende invloed op de blauwgevoeligheid.

Kalium heeft naast een negatief effect op het droge-stofgehalte ook een zelfstandig effect op de blauwgevoeligheid. Kalium speelt namelijk een positieve rol bij de elasticiteit van de celwanden en de osmotische regulatie. De elasticiteit van de celwanden is een bepalende factor voor de mate van vervorming die het knolweefsel kan verdragen voordat breuk optreedt.

#### *Stikstof en Chloor*

Ook deze beide componenten kunnen het droge-stofgehalte van de knol verlagen en daarmee de blauwgevoeligheid verminderen. Daarnaast kan stikstof de blauwgevoeligheid in positieve zin beïnvloeden doordat een hogere N-bemesting vaak leidt tot de vorming van kleinere weefselcellen. Naarmate de cellen en intercellulaire ruimten namelijk kleiner zijn neemt de blauwgevoeligheid af.

### *Handling/-temperatuur*

Naarmate de knoltemperatuur hoger is neemt de blauwgevoeligheid af. Dit hangt ondermeer samen met een geringere gevoeligheid voor beschadiging bij hogere temperaturen (positieve invloed op de vervormbaarheid van de cellen). Bij temperaturen  $< 8^{\circ}\text{C}$  zijn de knollen veel blauwgevoeliger dan bij temperaturen  $> 12^{\circ}\text{C}$ . Hiervan kan gebruik worden gemaakt door niet te rooien bij te lage grondtemperaturen en door de knollen voor het uitschuren op te warmen. Bij ruimen vóór januari wordt vaak geadviseerd op te warmen tot  $10$  à  $12^{\circ}\text{C}$  en daarna, afhankelijk van de blauwgevoeligheid, tot  $15$  à  $18^{\circ}\text{C}$ . Verder is het van belang om valhoogten te beperken tot max. 30 cm en bandsnelheden tot max. 30 m/min. en haakse overgangen in het transportsysteem zoveel mogelijk te voorkomen.

In de totale keten van oogst tot verwerking staan de aardappelen vele malen bloot aan botsingen en mechanische druk. Tafelaardappelen bijvoorbeeld ondergaan een traject van oogst, inschuren, bewaren, uitschuren, transport, lossen, opslag, sorteren, opslag, wassen, kleinverpakken, vervoer naar winkel en ten slotte neemt de consument ze in de boodschappentas mee naar huis.

Om een indruk te geven van waar in een dergelijke keten inwendige beschadigingen worden opgelopen kunnen de gegevens van een destijds uitgevoerd onderzoek worden aangehaald. Hieruit bleken de volgende onderdelen verantwoordelijk te zijn (procenten van totale inwendige beschadigingen):

- ca. 15.0 % door rooien;
- ca. 0.5 % in stortbak
- ca. 1.5 % op inschuurlijn
- ca. 20.0 % door bewaren
- ca. 12.0 % door opscheppen
- ca. 15.0 % door laden
- ca. 3.0 % door lossen
- ca. 15.0 % door sorteren
- ca. 12.0 % door wassen
- ca. 6.0 % door verpakken

Uit dit onderzoek bleek ook dat de aardappels in deze keten gemiddeld 72 keer een val van meer dan 10 cm doormaakten, waarvan 49 keer een valhoogte van > 30 cm.

### ***Bewaring***

Tijdens de bewaring neemt de gevoeligheid voor blauw toe. Nog lang niet alles rond de toename van de blauwgevoeligheid tijdens de bewaring kan worden verklaard. Verondersteld wordt dat zowel chemische als fysiologische veranderingen in de knol een rol spelen. Zoals o.a. veranderingen in gehalte aan phenolen en in enzym-activiteit, afname aan weerstand tegen beschadiging en invloed van gewichtsverlies waardoor de celspanning wordt beïnvloed.

Alleen op de fysiologische veranderingen kan tijdens de bewaring enige invloed worden uitgeoefend. Als aandachtspunten kunnen worden genoemd: de relatie bewaartemperatuur/bewaarduur, beperking gewichtsverliezen, drukplekken voorkomen en de mate van opwarming voor uitschuren.

### **• Drukplekken**

#### **Bruise spots; Druckstellen; Traces d'écrasements.**

Drukplekken ontstaan tijdens de bewaring als gevolg van hoge druk en bij voorkeur in waterarm knolweefsel. Dit euvel is aan de knollen te zien aan inzinkingen met een doorsnede van 1 – 3 cm. Het knolvlees onder een drukplek is zachter en wat minder makkelijk aan te snijden als gevolg van het samenkitten van de zetmeelkorrels.

Direct na het leeghalen van de bewaarplaats wordt zelden een verkleuring onder de drukplekken gevonden. Als de druk is weggenomen veert het weefsel ten dele terug. Hierdoor zijn na enige dagen de kleinere (ondiepere) drukplekken vrijwel geheel verdwenen en de diepere indeukingen ten dele.

Het vervormde en soms beschadigde weefsel is echter bijzonder gevoelig voor vallen en stoten. Soms kan dan ook al snel na het sorteren een blauwgrijze ver-

kleuring onder de drukplekken worden aangetroffen. De mate van verkleuring hangt samen met de mate van weefselbeschadiging. Immers in hoeverre zijn door de vervorming minuscule scheurtjes ontstaan waardoor zuurstof in de holten onder het opgeveerde weefsel van de drukplek kan toetreden.

Naast druk spelen gewichtsverliezen een belangrijke rol bij het ontstaan van drukplekken. Doordat onderin de stapel niet alleen de grootste druk optreedt, maar ook de gewichtsverliezen het grootst zijn worden in de onderste 50 à 75 cm van de stapel knollen met dit euvel aangetroffen.

Naast rasverschillen zijn er ook jaarverschillen. Na droge zomers of na veel ventileren treedt deze afwijking meer op de voorgrond. Ook kan het dat de aardappelen geen of een onvoldoende kalibemesting hebben gehad een rol spelen.

Vooraf niet uitgerijpte knollen zijn gevoelig voor drukplekken. Bij pootgoed kunnen ze al vóór de jaarwisseling worden aangetroffen. Bij beter afgerijpte consumptie-aardappelen worden problemen met drukplekken vaak vanaf begin/medio maart aangetroffen. Vanaf april is meestal een groot deel van het dan gevonden blauw veroorzaakt door drukplekken.

Het ontstaan van drukplekken kan worden beperkt/voorkomen door de storthoogte te beperken tot 3.5 à 4 meter. Naarmate een minder afgerijpt en afgehard product moet worden bewaard verdient het aanbeveling een lager storthoogte aan te houden. Verder is het raadzaam om aardappelen in opslag te brengen met zo min mogelijk beschadigingen, een goede wondheling toe te passen en zodanig te ventileren dat de gewichtsverliezen zoveel mogelijk beperkt blijven.

#### • Beschadiging door spuitremmingsmiddelen (huidirritatie of schilbrand)

**Skin necrosis; Schallenekrose; Nécrose péridermique/- de la peau.**

De toepassing van spuitremmingsmiddelen tijdens het in de bewaarplaats brengen van aardappelen kan gevolgen hebben voor het uiterlijk en de kwaliteit van dit product.

Als de knollen tijdens het inschuren niet voldoende huidvast zijn en vochtig kan door behandeling met een spuitremmer op basis van CIPC (chloorprofam) huidirritatie of schilbrand ontstaan.

Meestal werd deze afwijking gesignaleerd na toediening van een poedervormig middel, met name door een ongelijke verdeling, vandaar dat de afwijking vaak werd aangeduid als 'poederbrand'. Inmiddels is gebleken dat het ook na toepassing van vloeibare middelen tijdens het inschuren kan ontstaan. Vandaar dat het beter is de afwijking niet te noemen naar de vorm van toediening maar naar het gevolg ervan. In die zin komt de benaming 'huidirritatie' of 'schilbrand' beter overeen met de aangerichte schade.

Chloorprofam verhindert/remt een snelle heling van wonden en ontvellingen. Op knollen die vochtig zijn en verse wonden en ontvellingen hebben en in dit stadium met CIPC in aanraking komen ontstaan roodbruine puistjes/blaasjes die later invallen. De aanvankelijk ontvelde en beschadigde plekken krijgen een dikere/taaiere huid die meestal roodbruin en ruw is en met stoomschillen moeilijker te verwijderen. Andere symptomen zijn vergrote en verdiepte lenticellen waardoor na het schillen bruine puntjes in het vruchtvlees achterblijven. Huidirritatie of schilbrand ontstaat direct na het inschuren en is binnen 6 weken duidelijk op de knollen te onderkennen. Als het eenmaal duidelijk tot expressie is gekomen neemt het niet meer toe.

Door de moeilijkere verwijdering van de schil waarop genoemde symptomen voorkomen, met de gebruikelijke wijze van stoomschillen, weigert de verwerkende industrie vaak dergelijke partijen af te nemen.

Met name rassen met een dunnere schil zijn gevoelig voor dit fenomeen. Als rassen met een verhoogd risico voor schilbrand kunnen o.a. worden aangemerkt: Akira, Bimonda, Charlotte, Courage, Ditta, Dorado, Fasan, Folva, Friede, Gabriella, Gloria, Inova, Karlana, Karolin, Labadia, Laura, Likaria, Marabel, Maradonna, Milva, Miriam, Nicola, Raja, Red Scarlett, Santana, Santé, Secura, Solara, Solide, Timate, Veronie en Victoria.

Afgeraden wordt aan dergelijke schilbrandgevoelige rassen *tijdens het inschuren* enig spuitremmingsmiddel toe te dienen. Bij dergelijke rassen kan beter worden gewacht tot na de wondheling alvorens met spuitremming te starten.

#### • Inwendige kieming

##### **Internal sprouting; einwärtsgewachsene Keime; Germination interne.**

Inwendige spruiten zijn spruiten die niet op, maar **in** de aardappelknollen groeien. Met name voor de aardappelverwerkende industrie gelden ze als extra kwaliteitsverlies. Inwendige spruiting in de aardappelen kan een doorslaggevende factor zijn voor het afkeuren van partijen. Penetreren de spruiten meer dan 0.5 cm diep in de knol dan wordt dit bij de kwaliteitskeuring meestal aangemerkt als beschadiging.

Over de oorzaken voor het optreden van inwendige spruiting is weinig bekend. Wel is vastgesteld dat de kans er op groter is naarmate de omvang van de uitwendige spruitgroei toeneemt. De uitwendige spruitgroei wordt gestimuleerd door:

- een grotere spruitlust (vaak na warme zomers);
- een hoge bewaartemperatuur;
- een langere bewaarduur;
- een achterblijvend spuitremmend effect van gebruikte middelen.



Meestal ontstaan inwendige spruiten vanuit ogen waarop uitwendig spruitrozetten voorkomen. Ook kan het optreden als gevolg van grote druk van buiten af waardoor de spruit zich niet naar buiten toe kan ontwikkelen. Dit kan met name onder in een bewaarplaats optreden.

Wanneer met een goed temperatuurbeleid en een oordeelkundige inzet van spruitremmingsmiddelen de uitwendige spruitgroei volledig wordt beheerst, treedt in de regel ook geen inwendige spruitgroei op.

## **NASCHRIFT**

Bij de samenstelling van deze syllabus zijn verschillende artikelen uit de vakliteratuur geraadpleegd en is gebruik gemaakt van mondelinge mededelingen en eigen waarnemingen en onderzoek.